Das fünfte Kapitel.

Beweis, daß das jetzt angenommene Copernicanische System wahr sey.

Ob wir gleich in den beyden vorhergehenden Kapiteln über die Eigenschaften der Materie und die Centralkräfte der Körper bereits ausführlich geredet haben; so wird es doch nicht überflüßig seyn, die vornehmsten Wahrheiten nochmals kürzlich zu wiederholen: um sie dem Gedächtnisse besser einzuprägen, und uns den Weg zu den nachfolgenden Beweisen zn erleichtern.

Die Materie ist an und für sich selbst unwirksam, und zur Bewegung so wenig als zur Ruhe geneigt. Ein Körper der in Ruhe ist, kann sich nimmer von selbst in Bewegung setzen: und ein Körper der in Bewegung ist, kann nimmer von selbst stille stehen, oder langsamer laufen. Wenn wir daher sehen, daß ein Körper sich bewegt; so schliessen wir, daß eine andere Substanz, oder ein anderes Ding ihm diese Bewegung müsse gegeben haben. Und wenn wir sehen, daß ein Körper, der in Bewegung ist, nun sich in Ruhe setzt, oder aufhört sich zu bewegen, so urtheilen wir billig: daß ein anderer Körper oder eine andere Ursache daran Schuld sey.

Alle Bewegung ist von Natur geradelinicht. Eine Kugel aus der Hand geworfen, oder aus einer Kanone geschossen, wird in ihrer anfänglichen Richtung

beständig fortgehen, wenn keine andere Kraft sie von ihrem Laufe ablenkt. Sobald wir also wahrnehmen: daß ein Körper sich in einer krummen Linie, oder in einem Bogen bewegt; so schliessen wir: daß wenigstens zwo Kräfte zugleich auf ihn wirken; eine, die ihn in Bewegung gebracht; und eine andere, die ihn von seinem geraden Laufe, in welchem er würde geblieben seyn, abgebracht habe.

Die Kraft, durch welche Körper zur Erde fallen, nennt man Anziehung oder Schwere. Durch diese Kraft der Erde fallen alle Körper, es sey an welcher Seite es wolle, in einer Linie, die der Oberfläche perpendikulär ist, auf sie nieder. An den entgegenstehenden Seiten der Erde fallen sie in entgegenstehender Richtung; alle aber zum Mittelpunkte, wo die ganze Kraft der Schwere gleichsam vereinigt ist. Die Würkung, die diese Kraft auf allen Körpern an der Erde hervorbringt, ist, daß sie alle daran festgehalten werden, und nimmer davon abfallen noch sie verlassen können. Körper, die in einer schrägen Linie fortgestossen worden, werden durch diese Kraft gezwungen, sich von der geraden Richtung in einen Bogen zu bewegen, bis sie niederfallen. Je grösser die angewandte Kraft ist, mit welcher sie fortgestossen werden; je grösser ist die Weite die sie durchlaufen, ehe sie fallen. Wenn wir annehmen, daß ein Körper viele Meilen über die Erde erhaben wäre, und daselbst mit einer solchen Gewalt in horizontaler Richtung, fortgestossen würde, daß er in der Zeit, da er durch seine Schwere zur Erde fallen wollte,

über den halben Diameter der Erde hinausflöge; so würde er, wofern kein widerstehendes Medium ihm im Wege wäre, gar nicht zur Erde fallen, sondern auf gleichem Wege um sie herumlaufen, und mit eben der Schnelligkeit, die er anfänglich hatte, zu dem Punkte wiederkommen, wovon er fortgestossen wurde. Wir finden, daß der Mond in einem beynahe völlig runden Kreise um die Erde läuft. Es müssen daher zwo Kräfte auf ihn wirken: eine, die ihn in gerader Linie forttreibt: und eine andere, die ihn von dieser Linie zur krummen zwingt. Diese anziehende Kraft muß ihren Sitz in der Erde haben; weil kein anderer Körper innerhalb der Bahn des Monds ist, der ihn anziehen könne. Folglich erstreckt sich die anziehende Kraft der Erde bis zum Monde, und verursacht, in Gemeinschaft mit der fortstossenden oder Flugkraft, daß der Mond sich auf gleiche Art rund um die Erde bewegt, als der oben in Gedanken angenommene Körper.

Man hat bemerkt, daß die Monde des Jupiters und Saturns um ihre Planeten herumlaufen: es müssen daher diese Planeten eine anziehende Kraft besitzen. Alle Planeten laufen um die Sonne, und nehmen sie für den Mittelpunkt ihrer Bewegung an: folglich muß die Sonne mit einer anziehenden Kraft begabt seyn, eben wie die Erde und die Planeten. Von den Kometen kann man dasselbe beweisen; so daß alle Körper oder Materie des Sonnensystems diese Kraft von Natur besitzen; und vielleicht ist nichts in der Schöpfung das sie nicht besitzt.

ab, als das Quadrat der Entfernung zunimmt. Das ist: Ein Körper in der doppelten Entfernung zieht den andern nur mit einem vierten Theile Kraft an: in der vierfachen Entfernung nur mit einem sechszehnten Theil u. s. w. Es ist dieses durch Beobachtung bestätigt. Denn, man hat die Weite, die der Mond in einer Minute in gerader Linie von seiner Bahn herabfallen würde, mit der Weite verglichen, die Körper nahe an der Erde in eben derselben Zeit fallen: und eben so hat man die Kräfte verglichen, welche Jupiters Monden in ihren Kreisen halten.

Dieses soll im folgenden Kapitel weiter erklärt werden.

Die wechselseitige Anziehung der Körper läßt sich am besten durch das Beyspiel eines grossen Schiffs und eines kleinen Boots, die beyde auf dem Wasser liegen, und durch ein Seil mit einander verbunden sind, deutlich machen.

Lasset einen Mann entweder in dem Schiffe oder in dem Boote das Seil zu sich ziehen (die Würkung ist immer dieselbe, er ziehe an welchem Ende er wolle, weil das Seil stets gespannt seyn wird), so wird das Schiff und das Boot gegeneinander gezogen; nur mit dem Unterschiede: daß das Boot sich soviel schneller bewegen wird als das Schiff; soviel das Schiff schwerer ist als das Boot. Gesetzt aber: das Boot sey eben so schwer als das Schiff; so werden sie beyde gleich schnell gegen einander gezogen werden, und gerade in die Mitte ihrer ersten Entfernung zusammentreffen. Es versteht sich, daß der grössere Wider-

 stand

stand des Wassers gegen den grössern Körper hier nicht in Betrachtung kommt. Ist das Schiff tausend oder zehntausendmal schwerer als das Boot; so wird das Boot 1000 oder 10000mal schneller gezogen werden als das Schiff, und wird ihm nach diesem Verhältniß von der Stelle entfernt wo das Schiff zuerst lag, begegnen. Nun laßt, während der Zeit der eine Mann den Strick anzieht, um das Schiff und das Boot zusammen zu bringen, einen andern Mann in dem Boote versuchen, das Boot aus allen Kraften seitwärts, oder mit dem Stricke im rechten Winkel, wegzurudern; so wird der erste, anstatt daß er im Stande sey das Boot anzuziehen, Mühe genug haben das Boot zu halten, daß es nicht weiter abgehe: während daß der andere, der es in gerader Linie wegrudern will, durch die Anziehung des erstern genöthigt seyn wird, das Boot, so lang der Strick ist rund um das Schiff herum zu rudern. Hier mag die Kraft, die angewandt wird, das Schiff und das Boot gegen einander zu bringen, die wechselseitige Attraktion der Sonne und der Planeten vorstellen, durch welche die Planeten mit einer sehr schnellen Bewegung gegen die Sonne fallen, und im Fallen die Sonne wiederum an sich ziehen würden. Und die Kraft, die angewendet wird, das Boot wegzurudern, mag die fortstossende oder Flugkraft vorstellen, die den Planeten anfänglich ertheilt worden, in rechten Winkeln gegen die Attraktion der Sonne, oder derselben beynahe perpendikulär wegzufiegen. Durch diese beyden Kräfte sind sie genöthiget stets um die Sonne

her-

herumzulaufen, und werden zugleich verhindert auf sie herabzufallen. Wollte man aber, an der andern Seite, versuchen, ein großes Schiff um ein kleines Boot herum laufen zu machen; so würden beyde eher zusammen kommen, als das Schiff herum käme; oder das Schiff würde auch das Boot mit sich fortschleppen.

Wenn wir nun obige Grundsätze auf die Sonne und die Erde anwenden; so werden sie, ohne daß der geringste Zweifel übrig bleibe, beweisen, daß die Sonne und nicht die Erde im Mittelpunkte unsers Systems stehe: und daß die Erde, wie alle übrigen Planeten, um die Sonne laufe. Denn, liefe die Sonne um die Erde; so müste die anziehende Kraft der Erde, die Sonne von der fortlaufenden geraden Linie zu sich ziehen, damit sie sich in einen Kreiß bewegte. Da aber die Sonne wenigstens 227tausendmal schwerer ist als die Erde, weil sie soviel Quantität Materie mehr hält; so müste sie sich 227tausendmal langsamer gegen die Erde bewegen als die Erde gegen die Sonne. Folglich würde die Erde in sehr kurzer Zeit auf die Sonne fallen, wofern sie nicht eine sehr starke Flugkraft hätte, die sie wegführte. Es müssen daher die Erde sowohl als die übrigen Planeten, einen Antrieb haben, nach einer geraden Linie fortzulaufen, wodurch sie abgehalten werden, auf die Sonne zu fallen.

Wollte man sagen: die Gravitation erhalte alle andere Planeten in ihrer Bahn; nur nicht die Erde, die zwischen dem Mars und der Venus läuft; so

wäre dieses eben so albern, als wenn man behaupten wollte: sechs Kanonenkugeln wären in verschiedenen Höhen aufwärts in die Luft geschossen; 5 davon wären wieder zur Erde niedergefallen; die sechste aber, die weder die höchste noch die niedrigste gewesen, wäre in der Luft hängen geblieben, und fiele niemals wieder nieder, sondern die Erde liefe rund um sie herum.

In der ganzen Natur ist nichts zu finden, welches beweiset, daß ein schwerer Körper um einen leichten, als den Mittelpunkt seiner Bewegung, herumlaufe. Ein kleiner Kieselstein, den man mittelst einer Schnur an einen Mühlstein bevestigt, kann durch einen geringen Stoß dahin gebracht werden, daß er um den Mühlstein herumlaufe: aber kein Stoß ist vermögend den Mühlstein dahin zu bringen, daß er um einen losen Kiesel laufe; sondern der Mühlstein würde wegrutschen und den Kiesel mit sich fortschleppen.

Die Sonne ist unermeßlich viel größer als die Erde, so daß, wenn sie von ihrer Stelle wegrückte, nicht nur die Erde, sondern alle Planeten, auch wenn sie in einer Masse vereiniget wären, auf eben die Art mit der Sonne würden weggeführt werden als der Kiesel mit dem Mühlsteine.

Wenn wir das Gesetz der Gravitation oder der Schwere, welches durchs ganze Planetensystem herrscht; aus einem andern Gesichtspunkte betrachten; so werden wir noch überzeugender einsehen, daß die Erde in einem Jahre um die Sonne laufe und nicht

die Sonne um die Erde. Wir haben oben schon bewiesen, daß die Kraft der Schwere sich nach dem Maase vermindert, als das Quadrat der Entfernung zunimmt. Hieraus folgt mit mathematischer Gewißheit: daß, wenn zween oder mehrere Körper sich um einen andern als ihren Mittelpunkt bewegen; so ist das Quadrat der Zeit ihrer periodischen Bewegung, in gleichem Verhältnisse als die Cubi ihrer Entfernung von dem Körper, der im Mittelpunkte ist, oder um den sie sich herum bewegen. Dieses trift ganz genau mit den Planeten um die Sonne, und den Trabanten um die Planeten zu, deren relative Entfernungen zuverläßig bekannt sind. Sobald wir daher annehmen, daß die Erde um die Sonne laufe, und ihre Periode, nach obiger Regel, mit der Mondsperiode vergleichen; so wird sich finden, daß die Sonne 173510 Tage gebrauchte um die Erde herum zu kommen: in welchem Falle unser Jahr 475mal länger seyn müste, als es nun ist. Hiezu kommt, daß die scheinbare Zunahme und Abnahme der Planeten: die Zeit, worinn sie still zu stehen, oder bald rückwärts und bald vorwärts zu gehen scheinen, ganz genau mit der Bewegung der Erde zutrift; keinesweges aber mit der Bewegung der Sonne; oder man müste die ungereimtesten und ausschweifendsten Meynungen behaupten, wodurch alle Harmonie, Ordnung und Uebereinstimmung im ganzen System verwirret und zerstöret würden.

Ferner ist gewiß: daß, wenn man annimmt, daß die Erde stille stehe, und die Sterne in in 24 Stun-

den um sie herumlaufen, alsdann die Kräfte, wodurch die Sterne sich in ihren Kreisen bewegen, nicht gegen die Erde, sondern gegen die Mittelpunkte der verschiedenen Kreise gerichtet sind; das ist, der verschiedenen Parallelzirkel, welche die Sterne täglich an unterschiedlichen Seiten des Equators beschreiben. Und dasselbe muß auch von der angeblichen täglichen Bewegung der Planeten gelten; weil sie auf ihrem Laufe, im Verhältniß gegen den gestirnten Himmel, nur zweymal in der Equinoktiallinie sind. Daß aber Kräfte gegen keinen Centralkörper, von dem sie physikalisch abhängen, sondern gegen unzählbare, in der Einbildung angenommene Punkte der Achse der Erde bis zu den Polen des Himmels fortgeführt, gerichtet seyn sollten, ist eine so thörichte Hypothese, daß sie kein vernünftiger Mensch annehmen kann. Und eben so thöricht ist es, sich einzubilden, daß diese Kräfte ganz genau im Verhältniß der Entfernungen von dieser Achse zunehmen sollten. Denn dieses wäre eine Anzeige von einer Zunahme ins Unendliche: da man doch gefunden, daß die Kraft der Anziehung sich vermindert, je weiter sie sich von der Quelle entfernt, woraus sie fließt.

Ferner: je weiter ein Stern von dem ruhenden Pole ist, desto grösser muß der Kreis seyn, den er beschreibt. Und dennoch sieht man, daß er in eben derselben Zeit rund zu gehen scheint, in welcher der nächste am Pole rund geht. Und wenn wir zuletzt die zwiefache Bewegung bedenken, die wir an den Sternen gewahr werden: nemlich die eine von 24

Stun-

Stunden um die Erde, und die andere von 25920 Jahren um die Achse der Ekliptik; so würden wir zuletzt eine solche verwickelte Zusammensetzung der mancherley Kräfte zu erklären haben, die auf keine Weise mit einer einzigen physikalischen Theorie bestehen könnte.

Es ist nur ein einziger Einwurf von einigem Gewichte gegen die Bewegung der Erde um die Sonne möglich, und zwar dieser: daß nemlich die Achse der Erde, weil sie bey den entgegenstehenden Punkten ihrer Bahn allemal in paralleler Richtung bleibt, in ihrem jährlichen Laufe nothwendig gegen mehreren Fixsternen zeigen müste; welches sich doch, wie die Erfahrung lehrt, nicht also verhält, da sie beständig gegen einem und eben denselben Stern stehet.

Allein dieser Einwurf ist leicht gehoben, sobald man die unermeßliche Weite der Sterne bedenkt, und solche gegen den Diameter der Bahn der Erde vergleicht, der gegen jene nur wie ein Punkt zu rechnen ist. Wenn wir ein Lineal an der Ecke eines kleinen viereckten Tisches anlegen, und längs demselben hinuntersehen, so daß es auf die Spitze eines etwa zwo Meilen entfernten Kirchthurms zeiget; und dann das Lineal an der andern Ecke des Tisches mit der vorigen Lage parallel legen; so wird solches ebenfalls auf den Kirchthurm hinzeigen: weil unsere Augen, auch selbst mit den besten Fernglässern, nicht vermögend sind, bey einer so grossen Weite eine so kleine Veränderung zu unterscheiden.

Der

Der berühmte Doktor Bradley hatte durch vieljährige genaue Beobachtungen wahrgenommen, daß die Fixsterne eine kleine scheinbare Bewegung, durch die Abänderung ihres Lichts hätten; er fand aber nachher, daß solches so genau mit der jährlichen Bewegung der Erde übereinstimme, daß es dieselbe bis zur mathematischen Gewißheit beweiset.

Wahr ist es, daß die Sonne ihren Platz täglich zu verändern scheint, gleich als wenn sie jährlich den Himmel rund liefe. Allein es wird immer dasselbe seyn, es mag die Sonne oder die Erde rund laufen. Denn, wenn die Erde an einer Stelle des Himmels steht, so wird die Sonne an der entgegenstehenden Stelle erscheinen. Und daher kann dieser Anschein für keinen Einwurf gegen die Bewegung der Erde gelten.

Es ist einem jeden, der auf ebenem Wasser gesegelt, oder bey stillem Wetter durch einen Strom fortgeführet worden, zur Genüge bekannt, daß, wenn das Fahrzeug auch noch so geschwind geht, er dennoch dessen fortrückende Bewegung nicht merket. Nun ist aber die Bewegung der Erde sanfter und gleichförmiger als eines Schiffes, oder als jeder andern Maschine, die jemals die menschliche Kunst hervorbringen kann: folglich können wir uns gar nicht vorstellen ihre Bewegung zu fühlen. Wir finden, daß die Sonne, und diejenigen Planeten, auf welchen wir sichtbare Flecken wahrnehmen, sich um ihre Achsen drehen; weil die Flecken regelmäsig über ihren Discum, oder ihre Scheibe gehen. Hieraus können

wir

wir vernünftigerweise schliessen: daß die andern Planeten, auf denen wir keine Flecken sehen, eben solche Umdrehungen machen. Weil wir aber nicht vermögend sind, die Erde zu verlassen, und sie in einiger Entfernung zu betrachten: ihre Bewegung auch so sanft und gleichförmig ist; so können wir weder sehen, wie sie, noch wie die Planeten sich um ihre Achsen drehen, und eben so wenig können wir die Bewegung der Erde fühlen. Indessen setzt uns doch eine Würkung dieser Bewegung in den Stand mit Gewißheit zu beurtheilen, ob die Erde sich um ihre Achse drehe oder nicht. Alle kugelförmigen Körper, die sich nicht um ihre Achsen drehen, sind vollkommen rund, wegen der Gleichheit des Gewichts der Körper auf ihren Oberflachen, vornehmlich der flüßigen Theile derselben. Allein alle Kugeln, die um ihre Achsen herumlaufen, sind gedruckte Spheroiden; das ist, ihre Oberflächen müssen höher oder weiter vom Centro in den mittlern Equatoreal-Gegenden, als in den Polargegenden seyn. Denn, weil die Equatorealtheile sich am schnellsten bewegen; so treten sie am weitesten von der Achse der Bewegung zurück, und vergrössern den Equatoreal-Durchmesser. Daß unsere Erde wirklich eine solche Figur habe, ist aus den ungleichen Schwingungen des Pendulums, und aus der ungleichen Länge der Grade in verschiedenen Breiten zn beweisen. Da nun die Erde beym Equator höher ist als bey den Polen; so würde die See, welche natürlicherweise niederwärts, oder nach den Oertern, die dem Mittelpunkte am nächsten sind, zuläuft, gegen

die

die Polargegenden laufen, und die Equatorealgegenden trocken lassen, wenn die Centrifugalkraft dieser Gegenden, wodurch das Wasser dahin geführt worden, es nicht hielte, daß es nicht zurück laufen könnte. Der Durchmesser der Erde ist beym Equator 8 Meilen länger als bey den Polen.

Alle Körper sind bey den Polen schwerer als beym Equator, weil sie näher beym Centro der Erde sind, wo die ganze Kraft der Erd-Attraktion gleichsam zusammengehäuft ist. Sie sind aber auch deswegen schwerer, weil ihre Centrifugalkraft geringer, indem ihre tägliche Bewegung langsamer ist. Aus diesen beyden Ursachen verlieren alle Körper, die von den Polen zum Equator gebracht werden, allmählich an ihrem Gewichte. Wiederholte Experimente beweisen, daß ein Pendulum, welches Sekunden schwingt, beym Equator langsamer schwingt als bey den Polen; welches beweiset, daß es daselbst leichter sey, oder weniger Attraktion habe. Um es in eben derselben Zeit schwingen zu machen, hat man von der Länge etwas abnehmen müssen. Man hat die verschiedenen Längen des Sekunden-Pendulums unter dem Equator und zu London mit einander verglichen, und gefunden, daß ein Pendulum beym Equator $2\frac{169}{1000}$ Linien kürzer seyn müsse als bey den Polen.

Wofern sich die Erde in 84 Minuten 43 Sekunden um ihre Achse drehet; so würde die Centrifugalkraft, der Kraft der Schwere beym Equator gleich seyn. Drehete sie sich noch geschwinder; so würden sie alle davon fliegen.

Die unveränderliche, immer gleiche Bewegung der Erde um ihre Achse, kann eben so wenig empfunden werden als jemand die Bewegung des Schiffs in der Cajüte fühlt, wenn sich solches gelinde, und allmählig rund drehet. Es kann daher dieses für keinen Einwurf gelten; daß wir die tägliche Bewegung der Erde nicht fühlen: eben so wenig als der scheinbare Lauf der himmlischen Körper ein Beweiß ist, daß sie wirklich um uns herumlaufen. Denn ob sie sich oder wir uns drehen, der Anschein ist einerley. Wenn jemand durch die Kajütenfenster eines Schiffs sieht, indem das Schiff rund gehet; so scheint ihm das Land herumzulaufen, und nicht das Schiff.

Es wären also nunmehr die gewöhnlichsten Einwendungen gegen die Umdrehung der Erde beantwortet; so wie wir zugleich bewiesen haben, daß sie sich drehen könne, ohne daß wir es sehen oder fühlen. Allein es giebt noch einige, die da glauben, daß, wenn die Erde sich ostwärts drehete (wie sie thun muß, wenn sie sich wirklich drehet) so müßte eine Kugel, die aufwärts gerade in die Luft geschossen würde, auf einer Stelle wieder niederfallen, die schon etwas weiter westwärts von dem Orte läge, wo sie abgeschossen worden. Diese Einwendung, die beym ersten Anblick einiges Gewicht zu haben scheint, hat, bey näherer Betrachtung, gar keins, sobald wir bedenken, daß die Flinte sowohl als die Kugel an der Bewegung der Erde Antheil haben. Und weil daher die Kugel eben so geschwinde mit der Luft fortgeführt wird, als die Luft und die Erde sich drehet; so muß

sie nothwendig auf derselben Stelle wieder niederfallen. Wenn man einen Stein von der obersten Spitze des grossen Masts herunterfallen läßt; so fällt er am Fuße des Masts aufs Verdeck, das Schiff mag segeln oder stille liegen. Wenn man eine Bouteille voll Wasser umgekehrt an die Decke der Kajüte hängt, und in den Kork ein kleines Loch bohrt, damit das Wasser durchtröpfeln könne: so fallen die Tropfen immer vorwärts, das Schiff segle oder nicht. Und Fliegen und Mücken laufen eben so leicht und ungestört in einer fortsegelnden Kajüte herum als in einer feststehenden Stube. Was endlich die Ausdrücke in der Bibel anbetrift; so wissen wir wohl: daß die Bibel nicht dazu geschrieben worden, ein Lehrbuch der Astronomie zu seyn.

Das sechste Kapitel.

Physikalische Ursachen der Bewegung der Planeten und ihrer Monde nach den Grundsätzen Newtons.

Aus der gleichförmigen nach einer geraden Linie fortlaufenden Bewegung der Körper, und aus der allgemeinen Kraft der Anziehung entstehen die bogenförmigen Bewegungen aller Planeten.

Dieses ist die Grundregel des grossen Gesetzes, nach welchem der Allmächtige die wundervolle Harmonie der Bewegung aller himmlischen Körper, und das herrliche Gleichgewicht in der Natur angeordnet und bestimmt hat. Dieses Gleichgewicht der Natur besteht darin: daß, wenn zween Körper von ungleicher Schwere, in gleichem Zeitraume, um einander laufen, der schwerere soviel langsamer geht, soviel die Quantität seiner Materie grösser: und hingegen der leichtere soviel geschwinder geht, soviel die Quantität seiner Materie geringer ist: daß folglich dasjenige, was dem einen an Geschwindigkeit abgeht, durch die Quantität seiner Materie: und was dem andern an Quantität der Materie abgeht, durch seine Geschwindigkeit wieder ersetzt wird; so daß ihre Centrifugalkräfte ihrer gegenseitigen Attraktion gleich sind. Und da diese Attraktion sie verhindert aus ihrer Bahn wegzufliegen; so verhindert die Centrifugalkraft sie wiederum, daß sie nicht durch ihre gegenseitige Attraktion auf einander fallen. Das menschliche Geschlecht hat diese wichtige Entdeckung dem unsterblichen **Newton** zu verdanken: und wir wollen uns nunmehr bemühen, es so faßlich als es uns möglich ist, zu erklären.

Wenn der Körper A. in einem freyen Raume, wo er keinen Widerstand findet, nach der geraden Linie A. B. fortgestossen wäre: und keine andere Kraft ihn seitwärts ablenkte; so würde er mit einerley Geschwindigkeit, ewig in derselben Richtung fortlaufen. Denn, die Kraft, die ihn in einer gegebenen Tab. III.

Zeit von A. nach B. bringt, wird ihn in noch einmal soviel Zeit von B. nach X. bringen: und so immer fort; weil nichts ist, das seinen Lauf aufhält oder ablenkt. Wenn aber in der Zeit, daß diese fortstossende Kraft ihn z. E. nach B. fortführt, der Körper S. anfängt, ihn mit einer gewissen bestimmten Kraft, die seiner Bewegung nach B. perpendikulär ist, an sich zu ziehen; so wird er von der geraden Linie A. B. X abgezogen und gezwungen werden in dem Kreise B. Y. T. U. um den Körper S. herumzulaufen.

Wenn er alsdann nach U. oder nach einer jeden andern Stelle seines Kreises kommt: und der kleine Körper u. daselbst, innerhalb der Anziehungssphäre des grössern, nach der geraden Linie Z., mit einer der Anziehung von U. perpendikulären Kraft, fortgestossen ist; so wird U. in dem Kreise W. rund um U. herumlaufen, und ihn auf seinem ganzen Wege um den Körper S. begleiten. Hier mag S. die Sonne: U. die Erde, und u. den Mond bedeuten. Senkte sich der Planet bey B., oder würde er so von der Sonne angezogen, daß er in eben derselben Zeit von B. nach y. gefallen wäre, in welcher ihn die fortstossende Kraft würde von B. nach X. geführt haben; so wird er durch die vereinte Würkung dieser beyden Kräfte den Bogen B. Y. in eben derselben Zeit beschreiben, in welcher ihn die fortstossende Kraft allein, von B. nach x.; oder die anziehende Kraft allein von B. nach y. würde gebracht haben. Und wenn diese beyden Kräfte verhältnißmäsig bestimmt, und einander perpendikulär sind; so folgt er beyden, und be-

wegt sich in dem Kreise B. Y. T. U. Damit aber die Flugkraft der anziehenden Kraft genau das Gleichgewicht halte, und der Körper genöthigt sey, sich in einem Kreise zu bewegen; so muß die Flugkraft von der nemlichen Stärke seyn, als wenn er durch die anziehende Kraft allein den halben Radius des Zirkels heruntergefallen wäre. Wenn während der Zeit, daß die fortstossende Kraft den Planeten von B. nach b. geführet, die Attraktion der Sonne, welche die Schwerkraft des Planeten ausmacht, ihn sollte von B. nach I. niedergezogen haben; so würde die letztere gegen die erste zu stark seyn, und den Planeten zwingen, den Bogen B. C. zu beschreiben. Kommt er alsdann nach C.; so wird die anziehende Kraft, welche stets nach dem Maase zunimmt als das Quadrat der Entfernung von S. sich vermindert, noch stärker gegen die fortlaufende, oder Flugkraft, seyn: die Bewegung des Planeten, indem sie sich in gewisser Maase damit vereinigt, auf seinem ganzen Wege von C. nach K. beschleunigen, und verursachen, daß er die Bogen B. C., C. D., D. E., E. F. rc. alle in gleicher Zeit beschreibt. Wenn seine Bewegung auf die Art ist beschleunigt worden; so hat er so viel Centrifugalkraft, oder Neigung bey K. in der Linie K. k. wegzufliegen, gewonnen, als hinlänglich ist, der Attraktion der Sonne zu widerstehen. Und weil also die Centrifugalkraft zu stark ist, als daß der Planet der Sonne näher kommen, oder auch nur in dem Kreise K. l. m. n. rc. sich um sie bewegen könne; so geht er ab: steigt in den Bogen K. L. M. N. rc.

aufwärts, und seine Bewegung vermindert sich stufenweise von K. nach B. in gleichem Grade, als sie sich vorher von B. nach K. vermehrte; weil die Attraktion der Sonne nun ganz genau eben so stark gegen die Flugkraft des Planeten wirkt, als sie vorher mit derselben wirkte. Wenn er bis B. wieder herumgekommen; so ist seine Flugkraft von ihrer mittlern Stärke bey G. oder N. in eben dem Verhältnisse wieder vermindert, als sie bey K. vermehrt war; und alsdann ist die Attraktion der Sonne stark genug, den Planeten zu halten, daß er nicht bey B. wegfliege; folglich beschreibt er, durch die Würkung eben derselben Kräfte, wiederum eben denselben Bogen als vorher. Eine doppelte fortlaufende oder Flugkraft hält einer vierfachen Anziehungs- oder Schwerkraft allemal das Gleichgewicht.

Gesetzt; es hätte der Planet bey B. einen doppelt so starken Antrieb nach x. als er vorher hatte: das ist: er wäre in eben derselben Zeit, da er in der vorigen Aufgabe von B. nach b. getrieben wurde, nun von B. nach c. getrieben worden; so erfordert es eine viermal stärkere Gravität ihn in seinem Kreise zu halten: das ist, er muß in der Zeit, daß ihn die Flugkraft von B. nach c. getrieben, von B. nach 4. niederfallen; sonst könnte er den Bogen B. D. nicht beschreiben, wie aus der Figur zu ersehen ist.

Allein in eben der Zeit, darin er sich in dem obern Theile seines Kreises von B. nach C. bewegt, bewegt er sich in dem untern Theile desselben von I. nach K. oder von K. nach L.; weil er durch die vereinte

Wür-

Würkung beyder Kräfte auf seinem ganzen Laufe in gleichen Zeiten gleiche Areas beschreiben muß. Diese Areae sind durch die Triangel B. S. C., C. S. D., D. S. E., E. S. F. ꝛc. bezeichnet, deren Inhalte in der ganzen Figur einander gleich sind.

Da die Planeten sich, in jedem Umlaufe, einmal der Sonne nähern, und einmal weiter von ihr sind; so möchte es vielleicht einige Schwierigkeit haben, die Ursache zu begreifen, warum durch die Kraft der Gravität, wenn sie einmal über die Flugkraft die Uebermacht bekommen, nicht der Planet in jedem Umlaufe, der Sonne immer näher kommen: zuletzt auf sie falle, und sich mit ihr vereinige? oder, warum die Flugkraft, wenn sie über die Gravität die Oberhand bekommen, den Planeten nicht immer weiter von der Sonne wegführe; ihn ganz und gar aus der Anziehungssphäre derselben bringe, und alsdann in gerader Linie ewig forttreibe? Allein diese Schwierigkeit wird gehoben seyn, wenn wir die Würkungen der beyden Kräfte bedenken, wie sie vorher beschrieben sind. Man nehme an: es wäre ein Planet bey B. durch die Flugkraft in der Zeit von B. nach b. getrieben, in welcher die Gravität ihn von B. nach I. niedergezogen hätte; so wird er, vermöge dieser beyden Kräfte, den Bogen B. C. beschreiben. Kommt der Planet herunter nach K.; so ist er nur halb so weit von der Sonne S. als er in B. war. Und weil er nun viermal stärker gegen sie fällt; so würde er in eben derselben Zeit von K. nach U. fallen, in welcher er in dem obern Theile seines Kreises von B. nach I.

 das

das ist, durch einen viermal grössern Raum sich müste gesenkt haben. Weil aber seine Flugkraft alsdann bey K. so sehr zugenommen hat, daß sie ihn in eben derselben Zeit von K. nach k. wegführen würde, wo sie doppelt so groß ist als sie in B. war; so ist sie folglich gegen die Schwerkraft zu stark, daß diese weder den Planeten zur Sonne ziehen, noch ihn zwingen kann, daß er in dem Kreise K. L. m. n. ꝛc. rund laufe; weil er alsdann von K. nach W., oder vielmehr durch einen grössern Raum fallen müste, als die Gravität, in der Zeit, daß die fortstossende Kraft ihn würde von K. nach k. geführt haben, ziehen kann. Er muß daher in dem Bogen K. L. M. N. in die Höhe steigen, und aus bereits angeführten Ursachen nach und nach an Geschwindigkeit abnehmen.

Wir haben oben gesagt: daß, wenn ein Planet, z. E. die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne, einen kleinern Körper anträfe, der innerhalb ihrer Anziehungssphäre, mit einer, der Anziehung der Erde, als des grössern Körpers perpendikularen Kraft, nach der geraden Linie wäre fortgestossen worden; so würde der kleinere Körper um den grössern herumlaufen, und ihn auf seinem ganzen Wege um die Sonne begleiten. Hierbey ist zu bemerken: daß alsdann aber die Erde nicht mehr ganz genau auf ihrer Bahn bleiben; sondern daß der Kreis, den sie machen würde, wenn sie keinen Mond zum Begleiter hätte, nunmehr durch das gemeinschaftliche Centrum Gravitatis der Erde und des Monds beschrieben werde: und daß selbst die Sonne nicht im Centro der Planetenkreise

stehen

stehen könne; sondern eine kleine Bewegung um das allgemeine Centrum Gravitatis des ganzen Systems machen müsse, dieses aber, ihrer ungeheuren Grösse wegen, noch im Körper der Sonne liege. Wir werden dieses in der Folge durch ein Experiment beweisen. Um uns zugleich einen Begrif von den bogenförmigen Linien zu machen, die durch zween Körper, so um ihr gemeinschaftliches Centrum Gravitatis laufen, beschrieben werden, während daß sie sich, nebst einem dritten Körper, um das gemeinschaftliche Centrum Gravitatis von allen dreyen bewegen; so wollen wir zuförderst annehmen, daß sie sich alle in völlig runden Kreisen bewegen: daß E. die Sonne, und e. die Erde sey, die um die Sonne laufe ohne vom Monde begleitet zu seyn: und daß ihre Bewegungskräfte nach oben erwähnten Gesetzen bestimmt wären. In diesem Falle wird die Erde in dem punktirten Zirkel R. S. T. U. V. W. X. rc. um die Sonne gehen. Nun wollen wir den Mond q. mit dazu nehmen, und auf einen Augenblick voraussetzen: daß die Erde keine fortrückende Bewegung um die Sonne hätte; so würde sie in dem Kreise S. 13, dessen Mittelpunkt das gemeinschaftliche Centrum Gravitatis der Erde und des Monds ist, herumgehen: während daß der Mond in seinem Kreise A. B. C. D. herumläuft, weil sie durch ihre Attraktion mit einander verbunden sind.

Tab. IV.

Da es aber eine bekannte Wahrheit ist: daß während der Zeit der Mond um die Erde läuft, die Erde um die Sonne laufe; so verursacht der Mond,

daß die Erde einen etwas irregulären Bogen um die Sonne macht: und daß nun das gemeinschaftliche Centrum Gravitatis der Erde und des Monds, denjenigen Kreis beschreibt, worin die Erde sich würde bewegt haben, wenn sie den Mond nicht zum Begleiter gehabt hätte. Denn, gesetzt, der Mond beschriebe in der Zeit, daß die Erde sich von e. nach f. bewegt, ein Viertel seiner fortrückenden Bahn um die Erde; so ist es klar: daß, wenn die Erde nach f. kommt, der Mond sich in r. befinden wird; in welcher Zeit ihr gemeinschaftliches Centrum Gravitatis, den regulären punktirten Bogen R, 1, S.: die Erde, die krumme Linie R, 5, f.: und der Mond, die Krümme, q, 14, r. beschrieben haben wird. Ist der Mond das zweyte Viertel seiner Bahn durchgelaufen; so beschreibt das Centrum Gravitatis der Erde und des Monds, den punktirten Bogen S, 2, T.: die Erde, die krumme Linie f, 6, g.: und der Mond, die Krümme r, 15, s. u. s. f. Folglich: während daß der Mond auf seiner fortrückenden Bahn, einmal um die Erde geht, beschreibt ihr gemeinschaftliches Centrum Gravitatis den regulären Theil eines Zirkels, R 1, T 2, U 3, V 4 ꝛc. Die Erde, die irreguläre Krümme R 5, f 6, g 7, h 8. ꝛc. und der Mond, den noch irregulärern Bogen q 14, r 15, s 16, f 17. ꝛc. und alsdann geht es wieder als zuvor.

Das Centrum Gravitatis der Erde und des Monds, ist 1300 Meilen vom Mittelpunkte der Erde. Daher ist der Kreis, den die Erde um dieses Centrum Gravitatis, in jedem Umlaufe des Monds be-

schreibt, 2600 Meilen im Diameter: und folglich kommt der Mittelpunkt der Erde, zur Zeit des Vollmonds, der Sonne 2600 Meilen näher als zur Zeit des Neumonds.

Um alle Verwirrungen bey einer so kleinen Figur zu vermeiden, haben wir angenommen, daß der Mond nur $2\frac{1}{2}$mal um die Erde gehe, in der Zeit, daß die Erde einmal um die Sonne geht: weil es unmöglich ist, alle Umwälzungen, die er in einem Jahre macht, durch eine genaue Figur seines Laufs anzudeuten: es sey denn, daß man den halben Durchmesser der Bahn der Erde wenigstens 95 Zoll groß gezeichnet hätte: und alsdann würde der halbe Durchmesser der Bahn des Monds, doch nur nach diesem Verhältnisse $\frac{1}{4}$ Zoll groß geworden seyn. Machte der Mond eine vollständige Anzahl Umwälzungen um die Erde, während daß die Erde eine um die Sonne macht; so würden ihre Bahnen am Ende eines jeden Jahres wieder in sich selbst zusammentreffen. Allein dieses geschiehet nur ohngefehr nach 19 Jahren: in welcher Zeit die Erde beynahe 19mal um die Sonne, und der Mond 235mal um die Erde läuft.

Die Kreise aller Planeten sind Ellipsen, und nur wenig von runden Zirkeln verschieden. Hingegen sind die Bahnen der Kometen sehr lange Ellipsen: der unterste Brennpunkt von allen aber ist in der Sonne. Nun wissen wir, daß, nach oben erwähnten Gesetzen, Körper sich in allen Arten von Ellipsen bewegen können, sie mögen lang oder kurz seyn, wenn nur der Raum, worinn sie sich bewegen, ihnen keinen Wider-

stand entgegenstellt. Der Unterschied bestehet blos darin: daß diejenigen, die sich in langen Ellipsen bewegen, so viel weniger Flugkraft in den obern Theilen ihrer Kreise haben; und daß ihre Geschwindigkeit, wenn sie zur Sonne herunter kommen, durch die Attraktion derselben so erstaunlich vermehret ist, daß ihre Centrifugalkraft in den untern Theilen ihrer Kreise Stärke genug hat, der Anziehung der Sonne daselbst zu widerstehen, und sie in den Stand setzt zu den obern Theilen ihrer Bahn wieder hinauf zu gehen. Während dieser Zeit wirkt die Attraktion der Sonne ihrer Flugkraft so entgegen, daß sie sich nach und nach langsamer bewegen, bis daß diese Flugkraft beynahe auf nichts vermindert ist, und sie alsdann, eben wie vorher, durch die Attraktion wieder zur Sonne gezogen werden.

Wenn es der Allmacht des Schöpfers gefiele, die fortlaufende oder Flugkraft aller Planeten und Kometen in ihrer mittlern Entfernung von der Sonne zu vernichten: so würden sie in folgendem Zeitraume auf die Sonne fallen. Als:

Merkurius in 15 Tagen 13 Stunden. Venus in 39 T. 17 St. Die Erde in 64 T. 10 St. Mars in 121 T. Jupiter in 290 T. und Saturn in 767 T. der Mond würde auf die Erde fallen in 4 T. 20 St. der erste Mond des Jupiters würde auf ihn fallen in 7 Stunden; der zweyte in 15, der dritte in 30 und der vierte in 71 Stunden. Saturns erster in 8, der zweyte in 12, der dritte in 19, der vierte in 68,

und

und der fünfte in 336 Stunden. Ein Stein würde zum Centro der Erde fallen in 21 Minuten 9 Sekunden.

Der schnelle Lauf der Monde des Jupiter und Saturns um ihre Planeten, beweisen, daß diese beyden Körper eine grössere Anziehungskraft haben müssen als die Erde. Denn je stärker ein Körper den andern anzieht; je grösser muß die Flugkraft, oder desto schneller muß die Bewegung des andern Körpers seyn, damit er nicht auf den großen oder Centralplaneten hinfalle. Jupiters zweyter Mond ist 16000 Meilen weiter von ihm, als unser Mond von der Erde; und dennoch gehet derselbe beynahe 8mal um den Jupiter in der Zeit, daß der unsrige die Erde einmal umläuft. Was für eine erstaunliche Anziehungskraft muß denn nicht die Sonne haben, um alle Planeten und Monde des ganzen Systems an sich zu ziehen! und welche unbegreifliche Kraft muß nicht erfordert worden seyn, allen diesen ungeheuern Körpern zuerst eine so schnelle Bewegung zu ertheilen! Erstaunlich und unbegreiflich genug für uns! den vereinigten Kräften aller lebendigen Geschöpfe, in einer unbegränzten Anzahl Welten unmöglich! nur dem Allmächtigen nicht schwer, dessen Hand die ganze Schöpfung umfasset und regieret.

Die Sonne und die Planeten ziehen einander wechselseitig an. Die Kraft, wodurch sie dieses thun, nennet man die Gravität oder Schwerkraft. Ob dieses eine mechanische Kraft sey oder nicht, darüber ist vielfältig gestritten worden. Beobachtungen beweisen

weisen es, daß die Planeten, durch dieselbe, einer des andern Bewegung beunruhigen; und daß diese Kraft nach den Quadraten der Weiten der Sonne und der Planeten abnehme, wie das Licht, wovon wir wissen daß es materiell ist, gleichfalls thut. Man sollte also hieraus schliessen, daß die Schwerkraft von der Würkung einer subtilen Materie herrühre, die gegen die Sonne und gegen die Planeten drückt, und, gleich allen andern mechanischen Ursachen durch Berührung wirkt. Allein, wenn wir an der andern Seite bedenken, daß der Grad, oder die Macht der Schwerkraft ganz genau mit der Vielheit der Materie in den Körpern im Verhältniß stehe, ohne einige Rücksicht auf ihre Figur, oder die Grösse ihrer Oberflächen: und daß sie eben so frey auf ihre innern als äussern Theile wirke; so scheint dieses die Kraft eines Mechanismi zu übersteigen. Und es muß entweder ein unmittelbarer göttlicher Einfluß seyn; oder es muß durch ein Gesetz, welches der Materie ursprünglich von der Gottheit mitgetheilt und eingeprägt ist, bewürket werden. Hiergegen behaupten einige, daß der Materie, da sie gänzlich unwirksam ist, kein Gesetz, selbst durch eine allmächtige Kraft, könne eingepräget werden: und daß die Gottheit, die Planeten stets unmittelbar zur Sonne treiben, und sie mit eben denselben Unregelmäsigkeiten, und scheinbaren Abweichungen bewegen müsse, als die Schwerkraft, wenn man annehmen könnte, daß eine solche Kraft wirklich vorhanden sey, thun würde. Allein wenn es Menschen wagen möchten solche Gedanken öffentlich be-

kannt zu machen; so scheint mir doch die Behauptung: daß die Gottheit das Vermögen habe, der Materie ein Gesetz, oder Gesetze, wie es Ihr gefällig, einzuflössen, eben so wenig ungereimt, als zu sagen: Sie habe das Vermögen gehabt, der Materie im Anfange ihr Daseyn zu geben. Die Art und Weise ist uns in beyden Fällen unbegreiflich. Keine aber erregt in unsern Begriffen einen Widerspruch. Und alles, was keinen unläugbaren Widerspruch in sich fasset, ist der Kraft des Allmächtigen möglich.

Daß die fortlaufende, oder Flugkraft den Körpern anfänglich von der Gottheit mitgetheilet worden, ist unläugbar. Denn, weil die Materie sich von selbst nicht in Bewegung bringen kann; und dennoch alle Körper nach verschiedenen Richtungen sich bewegen lassen: so wie z. E. die Planeten der ersten und zweyten Ordnung, von Westen nach Osten in Kreisen laufen, die beynahe zusammentreffen: während daß die Kometen sich in allen Richtungen, und in Kreisen bewegen, die sehr von einander unterschieden sind; so können diese Bewegungen keiner mechanischen Ursache oder Nothwendigkeit zugeschrieben werden, sondern hängen einzig und allein von dem freyen Willen und der Macht eines verständigen Wesens ab. Die Schwerkraft sey also was sie wolle; so ist doch klar, daß sie unaufhörlich wirket. Denn, sollte ihre Würkung aufhören; so würde die Flugkraft den Planeten augenblicklich in gerader Linie von dem Punkte wegführen, wo die Schwerkraft ihn verläßt. Da aber die Planeten einmal in Bewegung gebracht sind; so

ist keine neue Flugkraft nöthig; es wäre denn, daß sie einen Widerstand auf ihrem Laufe anträfen: eben so wenig als eine zurechtbringende Kraft erfordert wird, wofern sie sich durch ihre wechselseitige Anziehung nicht gar zu sehr untereinander beunruhigen.

Man hat gefunden, daß die Planeten in ihren Bewegungen einige Abänderungen erlitten haben, die vornemlich durch ihre gegenseitigen Anziehungen, zu der Zeit, wenn sie zusammen in einerley Gegend des Himmels standen, bewürkt sind. Und die besten neuern Astronomen finden, daß unsere Jahre nicht allemal ganz genau von gleicher Länge sind. Ueberdem hat man einigen Grund zu glauben, daß der Mond der Erde etwas näher als ehemals; und sein periodischer Monat kürzer sey als in ältern Zeiten. Denn unsere astronomischen Tabellen, die jetzt die Sonnen- und Mondfinsternisse mit der grössesten Genauigkeit angeben, treffen nicht so richtig mit den ganz alten Finsternissen zu. Hieraus erhellet, daß der Mond sich durch ein Medium bewege, welches nicht absolut von allem Widerstande leer sey; und daß daher seine Flugkraft ein wenig geschwächet seyn könne. Hingegen wird seine Schwerkraft durch nichts vermindert. Er muß sich also folglich allmählig der Erde nähern; in jedem Umlaufe um dieselbe, kleinere Kreise beschreiben; und seine Periode früher endigen: obgleich seine absolute Bewegung in Ansehung des Raums nicht so schnell ist als vormals. Er müste daher endlich zur Erde kommen; wofern das Wesen,

das

das ihm im Anfange seine Flugkraft mittheilte, nicht zu rechter Zeit solche ein wenig beschleunigte.

Auf ähnliche Art laufen die Planeten in einem Raume, der mit Aether und Licht erfüllet ist. Und weil dieses materielle Substanzen sind; so kann man im eigentlichsten Verstande nicht sagen, daß sie keinen Widerstand anträfen. Wenn daher ihre Gravität nicht vermindert, oder ihre Flugkraft nicht vermehret würde; so müsten sie nothwendig der Sonne immer näher kommen, bis sie zuletzt auf sie fielen, und sich mit ihr vereinigten.

Hier hätten wir also ein starkes Argument wider die Ewigkeit der Welt. Denn, wäre sie von Ewigkeit da gewesen; und die Gottheit hätte sie sich selbst überlassen, um durch die vereinte Würkung obgedachter beyden Kräfte, die wir, im Allgemeinen, Gesetze nennen, regiert zu werden; so hätte sie schon längst ein Ende nehmen müssen. Und würde sie diesen Gesetzen in Zukunft überlassen; so müste sie ebenfalls endlich aufhören zu seyn. Da wir aber überzeugt seyn können, daß sie so lange dauern wird, als ihr Urheber es für gut gefunden hat; so ist es uns eben so wenig anständig, ihn zu tadeln, daß er ein so vergängliches Werk mit so unbegreiflicher Kunst gebauet; als daß er den Menschen sterblich erschaffen habe.

Das

Das siebende Kapitel.

Beschreibung der Centrifugalmaschine, und der Experimente, die mittelst derselben gemacht werden.

Anmerkung. Ich ließ mir diese Maschine vor einiger Zeit aus London kommen, und zwar von den berühmten Mechanicis Nairne und Blunt nach der Beschreibung und dem Abdrucke in Fergusons Vorlesungen. Die Zeit, die ich wider Vermuthen auf ihre Ankunft warten muste, wurde durch die angenehme Bemerkung ersetzt, daß der gelehrte Herr Nairne von der Fergusonschen Einrichtung gänzlich abgegangen war, und diese Maschine von neuem so umgearbeitet hatte; daß sie nicht nur in Ansehung der äussern Form jetzt weit bequemer, sondern auch nach einem neuen Verhältnisse berechnet ist: mithin die Experimente dadurch deutlicher, zuverläßiger und einfacher gemacht werden können.

In Ansehung der Schönheit und Accuratesse der Arbeit hat sie nicht ihres gleichen; und ist ein abermaliger Beweis der bekannten Geschicklichkeit des Herrn Nairne. Ich werde daher die Beschreibung dieser Maschine nicht nach der Fergusonschen, sondern nach der meinigen geben.

A. A. ist ein dreyeckigtes Gerüste von Holz, worauf in jedem Winkel ein perpendikulär stehender stählerner Zapfen, von ohngefähr 4 Zoll Höhe, befestiget ist. Zween von diesen Zapfen stehen unbeweglich: der dritte aber ist mit einer Stellschraube versehen, und kann, nachdem es nöthig ist, vorwärts oder rückwärts festgeschroben werden. Auf den beyden ersten Zapfen laufen zwo hölzerne Scheiben, d. d. von 2 Fuß im Durchmesser, in horizontaler Richtung. Unter einer jeden von diesen sind zwo kleinere Scheiben angebracht, wovon die eine ganz genau doppelt so groß ist als die andere. Um beyde geht eine Rinne, worinn eine Schnur eingelegt wird. Auf dem dritten Zapfen läuft eine kleinere Scheibe e., um welche ebenfalls rund herum eine Rinne geht. Diese letzte hat auf ihrer Oberflache einen Handgriff, an welchem sie herumgedrehet werden kann; und wodurch, wenn man die Schnur sowohl um diese, als um die kleinen, unter den grossen befestigten, Scheiben, mittelst der Stellschraube spannt, den beyden grossen Scheiben eine rund laufende Bewegung mitgetheilt wird. Eine jede von diesen letzten hat im Mittelpunkte eine doppelte Schraube, welche auswendig eine Schraube, und inwendig eine Schraubenmutter ist. Auf der ersten können zween Träger M S. X. und N. T. Z. befestigt werden. Diese sind von Holz gemacht, und haben in der Mitte zwo in die Höhe stehende viereckte meßingene Stangen, zwischen welchen eine längliche meßingene Platte liegt; und oben einen messingenen Querriegel. Jeder Träger hat noch über

Tab. V. fig. I.

dem, seiner ganzen Länge nach, eine kleine meßingene Stange W. und X., welche an den Enden befestigt und eingeschroben ist. Wenn man diese Schrauben löset; so kann man die Stangen herausnehmen, und auf jede derselben eine meßingene Kugel U. und V. schieben. Durch diese sind zwey Löcher gebohret, durch deren eins die Stange, worauf die Kugel hin und her gleitet: und durch das andere eine starke seidene Schnur gehet, welche nach jeder erforderlichen Länge, um einen auf der Kugel befindlichen Knopf befestigt wird. Das andere Ende der Schnur läuft über eine kleine Rolle in der Mitte des Trägers: von da durch einen Sockel in der länglichten Platte aufwärts: dann durch ein Loch in der Mitte des obern Querriegels, wo sie abermals über eine kleine Rolle geht: darauf niederwärts bis zum obern Ende des Sockels, wo sie zuletzt festgeknüpft wird. Die länglichten Platten haben an ihren Enden viereckte Einschnitte oder Fugen, damit sie auf den Stangen der Träger auf und niedergleiten können. Wenn daher die Kugeln und Platten auf solche Art mittelst der Schnur vereinigt sind; so siehet man leicht, daß, wenn die Kugeln auswärts oder gegen das Ende ihrer Träger angezogen werden, die länglichten Platten, gegen den obern Querriegel in die Höhe gehen. Jeder Träger ist, vom Mittelpunkte an in 12 Theile eingetheilt.

Noch sind dabey verschiedene meßingene Gewichte, a. von 1, 2, 3, 6 und zwölf Unzen, um solche nach Beschaffenheit der Experimente zu gebrauchen. Diese Ge-

Gewichte sind rund, und haben in der Mitte ein Loch, und einen Einschnitt, damit sie auf die Achse der Platte geschoben, und die seidene Schnur frey dadurch gehen könne.

Die Experimente, so man mit dieser Maschine macht.

1) Nehmet den Träger M. X. weg, und hänget eine seidene Schnur, an welcher eine elfenbeinerne Kugel befestigt ist, über den in der Mitte der Scheibe eingeschrobenen Stift. Dann drehet den Handgriff; so werdet ihr sehen, daß, indem die Kugel auf der Scheibe liegt, sie sich nicht unmittelbar mit der in die Runde laufenden Scheibe zu bewegen anfange; sondern sich bemühe in ihrem Stande der Ruhe zu verbleiben. Fahrt fort zu drehen, bis die Scheibe der Kugel den Grad ihrer eigenen Geschwindigkeit mittheilt; so werdet ihr bemerken: daß die Kugel auf einer Stelle der Scheibe liegen bleibt; in eben derselben Geschwindigkeit mit ihr herum läuft, und keine relative Bewegung darauf macht: eben so, als jedes andere Ding auf der Oberfläche der Erde frey liegt, und niemals von seiner Stelle rückt, ob ihm gleich die Bewegung der Erde mitgetheilt worden. Sobald ihr aber die Scheibe schleunig fest haltet, wird die Kugel in der Runde herumlaufen, bis die Reibung ihre Bewegung endigt.

Dies beweiset, daß die Materie, wenn sie einmal in Bewegung gebracht worden, stets fortfahren würde sich zu bewegen, so lange sie keinen Widerstand findet, der sie aufhält. Eben als wenn jemand in einem Boote steht: ehe es anfängt fortzugehen, kann er fest stehen: in dem Augenblicke aber, wenn selbiges abgeht, ist er in Gefahr nach der Seite hinzufallen, wovon es weggeht; weil er, als Materie, von Natur keinen Trieb hat sich zu bewegen. So bald er aber in dem Boote fortgeführt wird; und es geht noch so geschwinde: nur daß es gerade und eben gehe: so kann er so fest stehen, als auf ebener Erde. Und, wenn das Boot gegen etwas stößt; so wird er nach der Seite, wo es anstößt, hinfallen, vermöge des Triebes, den er als Materie hat, die Bewegung, worinn ihn das Boot gebracht hat, zu behalten.

2) Leget die Kugel nahe an den Mittelpunkt, und drehet die Kurbe; so wird die Kugel mit der Scheibe immer rund gehen; sich nach und nach weiter vom Mittelpunkte entfernen: und die Schnur nach sich ziehen. Dieses beweiset: daß alle Körper, die in einem Kreise laufen, eine Neigung haben, aus diesem Kreise wegzufliegen; und daß eine gewisse Kraft aus dem Centro der Bewegung auf sie würken müsse, die sie daran verhindert. Haltet die Maschine stille; so wird die Kugel zwar noch einige Zeit fortfahren zu laufen; allein nach und nach wird die Reibung

solches

solches vermindern, und die gedrehete Schnur sie immer näher zum Mittelpunkte ziehen. Dieses beweiset, daß, wenn die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne, einen Widerstand anträfen; so würde die Attraktion der Sonne, sie in jedem Umlaufe näher anziehen, bis sie zuletzt auf sie fielen.

3) Machet an einer zweyten Kugel eine längere Schnur, und ziehet solche durch ein in einer glatten Tafel gebohrtes Loch. Haltet mit der einen Hand die Schnur unter der Tafel fest, und werfet mit der andern die Kugel gleichsam im rechten Winkel, in der Runde auf die Tafel; so wird sie im Kreise herumlaufen. Beobachtet alsdann: mit welcher Geschwindigkeit sie läuft. Zieht die Schnur nach und nach an; so werdet ihr sehen: daß, je näher die Kugel dem Mittelpunkte kommt, je schneller wird sie herumlaufen: eben so als die Planeten, die der Sonne näher sind, schneller herumlaufen, als die entferntern; und nicht deswegen schneller, weil sie kleinere Zirkel beschreiben; sondern weil sie würklich geschwinder in dem ihnen angewiesenen Kreise laufen.

4) Nehmet nun die Kugel weg, und schraubt die Träger ins Centrum der runden Scheiben. Schiebt alsdann auf beyde Träger zwo Kugeln von gleichem Gewichte: befestiget sie an ihren Schnüren, in gleicher Weite vom Mittelpunkte, und leget auf beyde Platten gleiche Gewichte.

Ziehet hierauf die Schnur über die Rinnen der untern kleinen Scheiben, wodurch den beyden obern Trägern, da die Rinnen gleiche Durchmesser haben, gleiche Geschwindigkeit mitgetheilt wird. Nun fanget an die Kurbe zu drehen; und ihr werdet finden, daß die Kugeln gegen die Enden der Träger abfliegen, und die Gewichte einer jeden Platte zu gleicher Zeit in die Höhe ziehen. Dieses beweiset: daß, wenn Körper von gleichem materiellen Inhalt, in gleichen Kreisen, mit gleicher Geschwindigkeit herumlaufen, ihre Centrifugalkräfte auch gleich sind.

5) Ziehet anstatt der beyden einander gleichen Kugeln, eine von 6 Unzen auf den ersten Träger, und befestiget solche auf den $\frac{1}{6}$ten Theil des Abstands vom Centro; und eine von 1 Unze auf den zweyten Träger, in der ganzen Entfernung; folglich ist die grosse Kugel, welche 6mal schwerer als die andere ist, nur den $\frac{1}{6}$ten Theil vom Centro entfernt, und läuft in einem Kreise der den $\frac{1}{6}$ten Theil der kleinen ausmacht. Nun legt Gewichte von gleicher Schwere auf die Platten, und drehet die Maschine; so werden die Kugeln in gleicher Zeit ihren Kreis durchlaufen: nur wird die kleine, weil sie sich in einem Kreise bewegt, dessen Radius 6mal grösser ist, 6mal geschwinder laufen, und die Gewichte werden zu gleicher Zeit in die Höhe gezogen werden. Dieses beweiset, daß die Centrifugal-

kräfte

kräfte umlaufender Körper, oder ihre Neigung aus den Kreisen, die sie beschreiben, wegzufliegen, multiplicirt mit ihrem materiellen Inhalt, mit ihrer Geschwindigkeit, oder ihrem Abstande vom Centro ihrer Kreise, in genauem Verhältnisse stehen. Denn gesetzt: die grosse Kugel von 6 Unzen sey 2 Zoll vom Centro der Achse; so ist das Gewicht mit der Distanz multiplicirt, 12: und die kleine von 1 Unze sey 12 Zoll; so beträgt solches ebenfalls 12. Da sie nun in gleicher Zeit umlaufen; so ist ihre Geschwindigkeit wie ihr Abstand vom Centro, nemlich wie 1 zu 6.

Sind sie hingegen in gleicher Weite vom Centro bevestigt; so bewegen sie sich mit gleicher Geschwindigkeit. Wenn alsdann auf die Platte der grossen Kugel 6mal soviel Gewicht als auf die Platte der kleinen gelegt wird; so ziehen sie ihr beyderseitiges Gewicht ebenfalls zu gleicher Zeit in die Höhe. Dieses beweiset: daß die grosse Kugel, weil sie 6mal schwerer ist als die kleine, auch eine 6mal stärkere Centrifugalkraft habe, wenn sie beyde einen gleichen Zirkel mit gleicher Geschwindigkeit durchlaufen.

6) Wenn Körper von gleichem Gewichte in gleichen Kreisen, mit ungleicher Geschwindigkeit laufen; so sind ihre Centrifugalkräfte wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeit. Dieses Gesetz durch ein Experiment zu beweisen, so bevestiget zwo Kugeln von gleicher Schwere, in glei-

cher Weite von ihrem Centro; und streifet die Schnur der kleinen Scheibe um die schmale Rinne, deren Umkreis nur halb so groß ist, und unter der andern Scheibe um die grosse Rinne. Leget hierauf auf die eine Platte 4mal soviel Gewicht als auf die andere; so werden die Gewichte beyder Platten zu gleicher Zeit in die Höhe steigen. Dieses beweiset, daß eine doppelte Geschwindigkeit in dem nemlichen Kreise einer vierfachen Attraktion im Centro des Kreises, ganz genau das Gleichgewicht halte. Denn die Gewichte der Platten sind wie die anziehenden Kräfte der Mittelpunkte anzusehen, welche auf die umlaufenden Kugeln würken. Und da diese sich in gleichen Kreisen bewegen; so sind sie nicht anders zu betrachten, als ob sie beyde in einem und demselben Zirkel liefen.

Oder: nehmet einen der beyden Träger, und schraubet ihn zuerst auf die Scheibe, deren Schnur in der untern grossen Rinne läuft. Bevestiget die Kugel auf 4 Zoll vom Centro, und leget 3 Unzen Gewicht auf die Platte; so wird, wenn ihr die Maschine rund drehet: die Kugel ab, und das Gewicht in die Höhe fliegen. Hierauf schraubet den Träger, so wie er nun ist, auf die andere Scheibe, wo die Schnur in der kleinen Rinne, folglich die Scheibe mit doppelter Geschwindigkeit rund läuft: und legt anstatt der vorigen 3 Unzen, 12 Unzen auf die Platte; so wird dieses Gewicht ebenfalls in die Höhe fliegen.

Ich

Ich muß bey dieser Gelegenheit einen Einwurf widerlegen, der mir einigemal gemacht worden, und der vielleicht einem oder dem andern Leser gleichfalls beyfallen möchte: man sagt nemlich: es könne hierdurch nicht bewiesen werden; daß eine doppelte Centrifugalkraft einer vierfachen Attraktion das Gleichgewicht halte, weil das Gewicht von 12 Unzen willkührlich angenommen, und die Platte nicht höher gezogen werden könnte; ein anders wäre es, wenn das Gewicht frey im Gleichgewicht hängen bliebe. Allein, wie einestheils eine solche Maschine schwerlich zu finden seyn möchte; so ist es an der andern Seite Beweises genug: daß, wenn das Experiment mit der erforderlichen Aufmerksamkeit und Genauigkeit gemacht wird, die Kugel mit der doppelten Centrifugalkraft, 12 Unzen, dann aber gar nicht mehr zieht, sobald man noch eine Unze dazu legt, daß es 13 werden. Folglich liegt in der Schwere von 12 Unzen das Verhältniß gegen die Centrifugalkraft. Denn einfache Geschwindigkeit, 4 Zoll mit 3 Unzen = 12. doppelte — — 4 Zoll mit 12 Unzen = 48.

7) Wenn Körper von gleichem Gewichte, auf solche Art in ungleichen Kreisen laufen, daß die Quadrate der Zeit ihres Umlaufs, den Cubis ihrer Entfernung vom Centro ihres Kreises gleich sind; so sind ihre Centrifugalkräfte wiederum wie die Quadrate ihres Abstandes von ihren Centris. Dieses zu beweisen, laßt die Schnur bleiben wie sie ist, und machet den Abstand der einen Kugel, 2 Abtheilungen des

Trägers gleich: und den Abstand der andern $3\frac{1}{6}$ Theil. Weil nun die Kugeln von gleichem Gewichte sind; so macht die eine zween Umgänge, wenn die andere einen macht; so, daß wenn wir setzen: die eine komme in einer Sekunde herum, die andere in zwo Sekunden herumgeht, davon 1 und 4 die Quadrate sind. Denn 1 mal 1 ist 1 und 2 mal 2 ist 4. Daher ist das Quadrat der Zeit des Umlaufs der einen Kugel, viermal in dem Quadrate der andern enthalten. Nun ist aber der Abstand der einen Kugel 2, der Cubus 8, und der Abstand der andern $3\frac{1}{6}$, davon der Cubus beynahe 32, worinn 8 viermal enthalten ist. Folglich sind die Quadrate der beyden Kugeln gegen einander, wie die Cubi ihrer Entfernung vom Centro ihrer Kreise. Wenn daher das Gewicht der einen Platte, 4 Unzen, gleich dem Quadrate 2, des Abstands der einen Kugel vom Centro; und das Gewicht der andern 10 Unzen, als dem Quadrate von beynahe $3\frac{1}{6}$ des Abstandes der andern, schwer ist; so wird man finden: daß beym Umdrehen beyde Kugeln ihre Gewichte zu gleicher Zeit in die Höhe ziehen.

Dieses bestätiget die berühmte Observation Keplers: daß die Quadrate der Zeiten, in welcher die Planeten um die Sonne laufen, und die Cubi ihrer Entfernung von der Sonne, in gleicher Proportion stehen: und daß wiederum die Attraktion der Sonne, wie die Quadrate des

Ab-

Abstandes vom Centro derselben sich verhalte. D. i. im doppelten Abstande ist die Attraktion viermal geringer: im dreyfachen neunmal; im vierfachen sechzehnmal: und so weiter bis zum entferntesten Theil unsers Weltsystems.

8) Zieht die Schnur von der kleinen Scheibe wieder ab, und laßt sie auf den beyden grossen. Nehmt auch den Träger weg, und setzt an dessen Stelle die Maschine A. B. darauf, deren fig. Ende e. f. zu einem Winkel von 30 oder 40 2. Grad über die Horizontalfläche erhoben ist.

Auf der obern Seite dieser Maschine sind vier Glasröhren a. b. c. d. so an beyden Enden vest zugemacht sind. Die beyden ersten sind $\frac{3}{4}$ voller Wasser, und in der Röhre a. ist ein Stück geschliffen Glas, welches natürlicherweise ans Ende a. niederfällt, weil es schwerer ist als sein Volumen Wasser. In der Röhre b. ist ein kleiner Kork, der oben schwimmt, weil er leichter ist. In der dritten Röhre ist etwas Quecksilber, und in der vierten ist theils Oel, theils Wasser. So lange die Scheibe mit dieser auf ihr bevestigten Maschine stille steht; so lange liegt das Glas auf dem Boden der Röhre a. und der Kork schwimmt in der Röhre b. oben auf dem Wasser. Sobald man aber die Tafel zu drehen anfängt; so wird das in den Röhren enthaltene, ans obere Ende derselben hinauffliegen (weil sie vom Centro der Bewegung am weitesten entfernt) und zwar mit desto grösserer

Kraft,

Kraft, je schwerer es ist. Folglich fliegt das Glas in der einen Röhre ganz nach oben, und nimmt sein Volumen allda ein, weil es schwerer ist als das Wasser. Hingegen fliegt in der andern Röhre das Wasser nach oben, und treibt den Kork von da weg, weil es, vermöge seiner Schwere, eine grössere Centrifugalkraft hat als der Kork. In der dritten Röhre fliegt das Quecksilber als ein schwerer Körper, sofort oben hinauf; und in der vierten ist eine allgemeine Gährung, weil das Wasser sich durch das Oel durcharbeitet um in die Höhe zu kommen. Dieses beweiset die Ungereimtheit des Cartesianischen Lehrsatzes: daß die Planeten sich um die Sonne in lauter Wirbeln bewegen. Denn, ist der Planet schwerer oder dichter als das Volumen seines Wirbels; so wird er darin immer weiter von der Sonne abfliegen. Ist er weniger dicht als sein Wirbel; so wird er zuletzt auf den untersten Theil desselben, an der Sonne herabkommen. Und wofern nicht der ganze Wirbel mit etwas, gleich einem grossen Walle, umgeben wäre; so würden zuletzt Planeten und alles mit einander zusammen wegfliegen. — So lange aber Schwere oder Anziehungskraft da ist, so ist keine Möglichkeit dazu. Und wenn die aufhörete; so würde ein Stein, den man in die Höhe wirft, nimmer wieder zur Erde zurück kommen.

9) Wenn

9) Wenn ein Körper auf der Scheibe so gestellet wird, daß sein Centrum Gravitatis gerade über dem Centro der Scheibe ist, so wird er nicht vom Centro wegrücken: sie werde noch so schnell bewegt: weil alle Theile des Körpers um sein Centrum Gravitatis im Gleichgewicht sind. Und da dieses im Centro der Bewegung ruhet; so ist die Centrifugalkraft aller Theile des Körpers in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte: folglich wird er immer auf seiner Stelle bleiben. Wenn aber das Centrum Gravitatis nur ein wenig aus dem Centro der Bewegung gestellet wird: und man die Maschine geschwind herumdrehet; so fliegt der Körper nach der Seite hin, wo sein Centrum Gravitatis liegt. Dieses zu beweisen, nehmet die Stange C. mit ihrer kleinen Kugel B. von der Halbkugel A. weg; und stellet die letzte so, daß ihr Centrum mit dem Centro der Scheibe zusammentrift. Drehet alsdann die Scheibe so geschwind ihr wollt; so werdet ihr sehen: daß die Halbkugel unverrückt liegen bleibe. So bald ihr sie aber ein wenig über das Centrum hinausschiebt; so wird sie wegfliegen. Nun schraubt die Stange mit der kleinen Kugel wieder an die Halbkugel, wodurch das Ganze ein Körper wird, dessen Centrum Gravitatis in d. ist, und setzt alsdann die in der flachen Seite der Halbkugel eingegrabene Rinne auf das Centrum: so werdet ihr sehen: daß die Centrifugalkraft der kleinen Kugel so

fig. 3.

fig. 4.

stark

stark sey, daß, ob sie gleich nur 1 Unze wiegt, sie dennoch die 2 Pfund schwere Halbkugel bis ans Ende der Rinne abzieht: ja, sie würde solche gänzlich von der Tafel herunterwerfen, wenn der Widerstand der Schraube sie nicht daran hinderte.

Dieses beweiset: daß, wenn die Sonne in das würkliche Centrum der Planetenkreise wäre gesetzt worden, sie unmöglich daselbst bleiben könnte; weil die Centrifugalkraft der Planeten sie bald mit sich wegführen würde; vornemlich alsdann, wann verschiedene derselben in einer Gegend des Himmels zusammenträfen. Denn die Sonne und die Planeten sind mittelst ihrer wechselseitigen Attraktion eben so vest mit einander verbunden, als die Körper A. und B. durch die Stange. Ja, wenn nur ein einziger Planet am ganzen Himmel wäre: und er liefe um eine Sonne von noch so ungeheurer Grösse; so würde er: wofern sie im Centro seines Kreises stünde: durch seine Centrifugalkraft, sich selbst und die Sonne mit sich fortreissen. Denn der gröste Körper, wenn er sich irgendwo im leeren Raume befindet, kann sehr leicht bewegt werden; weil er von sich selbst keine Gravität oder kein Gewicht haben kann: es sey denn, daß ein anderer Körper da sey, der ihn anziehe. Folglich würde er, wenn er gleich selbst keine Neigung hätte, sich von dem Theile des Raums wegzubegeben,

dennoch durch eine andere Substanz leicht bewegt werden können.

10) Da wir gesehen haben, daß die Centrifugalkraft des leichten Körpers B., dem schweren Körper A. nicht verstattet im Centro der Bewegung zu verbleiben, ob er gleich 24mal schwerer ist; so wollen wir nun eine Kugel von 6 Unzen mit der Kugel von 1 Unze zusammen verbinden. Schraubet also die Gabel E. ins Centrum der Scheibe, und hänget die Kugeln A. B. mittelst der Stange auf die Gabel im Gleichgewicht; Fig. 5. so daß nunmehr auf der Gabel ihr Centrum Gravitatis ruhet, welches der einen Kugel um soviel näher ist, soviel sie die andere an Gewicht übertrift; drehet hierauf die Maschine, und ihr werdet sehen, daß beyde Kugeln, da sie um ihr Centrum Gravitatis laufen, ihr Gleichgewicht behalten, und keine mit der andern davon fliegen kann. Denn, wenn man annimmt: daß die eine Kugel 1 und die andere 6 Unzen wiegt; so wird, wenn die Stange an beyden Seiten der Gabel gleich schwer wäre, das Centrum Gravitatis 6mal so weit vom Centro der einen Kugel entfernt seyn als vom Centro der andern: folglich die eine mit einer 6mal schnellern Centrifugalkraft herumlaufen als die andere. Dagegen wird aber der Unterschied der Schwere von 1 Unze und von 6 Unzen dieses wieder ersetzen; und folglich der eine Körper den andern zwingen, in seinem Kreise zu verbleiben. Dieses

ses beweiset: daß sowohl Sonne als Planeten um das gemeinschaftliche Centrum Gravitatis des ganzen Weltsystems gehen müssen, damit das genaueste Gleichgewicht unter ihnen erhalten werde. Denn von sich selbst sind sie eben so unwirksam und todt als unsere beyden Kugeln: und sie haben sich auch eben so wenig von selbst in Bewegung bringen, und in ihren Kreisen erhalten können, ohne im Anfange, durch die allmächtige Hand dessen der sie machte, bis auf den höchsten Grad der Genauigkeit geordnet und ins Gleichgewicht gesetzt zu seyn.

Vielleicht möchte hier jemand fragen: daß, da das Centrum Gravitatis dieser Kugeln durch die Gabel muß gestützt werden, was denn das für ein Ding sey, welches das Centrum Gravitatis des Sonnensystems, und das Gewicht aller darinn befindlichen Körper stütze? und von wem denn dieses Ding wieder getragen werde? die Antwort ist sehr leicht. Das Centrum Gravitatis unserer Kugeln muß deswegen unterstützt werden, weil sie sich gegen die Erde neigen, und also auf sie fallen würden. Die Sonne und die Planeten aber drücken nur allein gegen einander: folglich können sie auch nirgends sonst hinfallen: haben daher auch kein ander Ding nöthig ihr gemeinschaftliches Centrum Gravitatis zu unterstützen. Doch würde ihre wechselseitige Attraktion sie bald zusammen bringen, und alles mit einander würde zuletzt eine Masse

in

in der Sonne werden, wofern sie sich nicht um dieses Centrum Gravitatis bewegten, und dadurch eine stete Neigung behielten davon wegzufliegen. Gleichwohl würde dieses aber dennoch geschehen können, wenn nicht zugleich ihre Bewegung so schnell wäre, daß die Stärke der Centrifugalkraft, der Attraktion der Sonne genau das Gleichgewicht hielte.

Es bleibt indessen immer wahr: daß, wenn auch alles noch so bestimmt gegen einander abgewogen ist, die Gottheit dennoch ihre allmächtige Hand nicht ganz von ihren Werken abziehen, noch sie einzig und allein denen Gesetzen überlassen könne, die sie ihnen im Anfange bestimmte. Denn, wenn dieses wäre; so würde die Ordnung doch mit der Zeit aufhören, weil die Planeten durch ihre Anziehung, ihre Bewegung gegen einander verwirren müsten; und zwar vornemlich zu der Zeit, wenn verschiedene von ihnen in einer Gegend des Himmels zusammentreffen, indem sie die Sonne alsdann nach dieser Seite nothwendig stärker anziehen, als wenn sie gleichsam rund um sie vertheilt sind. Es muste daher der Schöpfer es so ordnen, daß sie in diesem Falle einen Theil eines grössern Kreises um das gemeinschaftliche Centrum Gravitatis beschreiben, sonst wäre das Ebenmaaß alsobald zerstöhret. Und da dieses sich nimmer von selbst wieder herstellen kann; so würde am Ende das ganze System

zusammenfallen, und sich mit der Sonne zu einer Masse vereinigen.

11) Stellet anstatt der Gabel und der Kugeln die Maschine A. B. auf die Scheibe, und bevestiget sie im Centro der Scheibe. Auf dieser Maschine sind zwo Kugeln E. D. von ungleicher Grösse durch einen Metalldrat mit einander verbunden, und so gemacht: daß sie auf der, auf der Maschine bevestigten Stange hin und her geschoben werden können. Schiebt nun die Kugeln so, daß ihr Centrum Gravitatis, gerade über dem Centro der Scheibe stehe, und drehet sie so geschwind ihr wollet; so werdet ihr sehen, daß die Kugeln sich nicht verrücken, sondern daß die eine, die andere durch die Kraft des Gleichgewichts zurückhalte. Sobald aber die kleine Kugel nur ein wenig gegen das Ende der Maschine angezogen wird; so zieht sie das Centrum Gravitatis vom Centro der Bewegung mit sich; und alsdann wird beym Umdrehen die kleine Kugel mit beträchtlicher Stärke gegen dieses Ende der Maschine anfliegen, und die grosse Kugel nach sich ziehen. Schiebt man im Gegentheil die grosse Kugel, nach der andern Seite über das Centrum Gravitatis hinaus, und drehet die Scheibe; so fliegt die grosse Kugel ab, stößt mit noch grösserer Gewalt gegen das andere Ende der Maschine an, und zieht die kleine nach sich.

Fig. 6.

12)

12) Das Experiment mit der Maschine fig. 7. zum Beweise der Fluth und Ebbe soll im 12ten Kapitel, wo von dieser Materie gehandelt wird, beschrieben werden.

Das achte Kapitel.

Natur und Eigenschaften des Lichts.

Das Licht bestehet aus unbeschreiblich kleinen materiellen Partickeln, welche aus einem leuchtenden Körper hervorgehen, und die, indem sie unsere Augen berühren, in uns den Begriff von Licht erregen *). Daß sie so ausserordentlich klein sind, ist eine wohlthätige Einrichtung des Schöpfers. Denn wären sie nur so groß als die kleinsten Partickeln Materie, die wir mit unsern besten Mikroscopen entdekken können; so würden sie, anstatt uns zu nützen, uns bald durch ihre Kraft, die von ihrer unermeßlichen Geschwindigkeit herrührt, des Gesichts berauben; indem diese Geschwindigkeit mehr als eine Millionmal schneller ist als die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel. Und wenn daher die Partickeln des Lichts so groß wären, daß eine Million derselben die Grösse

*) Der berühmte Euler behauptet, daß die Fortpflanzung der Lichtstrahlen auf eben die Art bewürkt werde als die Fortpflanzung des Schalles: nur mit so viel grösserer Geschwindigkeit. Folglich sie kein Ausfluß aus einem leuchtenden Körper, im eigentlichen Verstande, wären.

eines gemeinen Sandkorns hätte; so dürften wir uns eben so wenig unterstehen, unsere Augen dem Lichte zu öfnen, als eine mit Sand geladene Kanone uns in die Augen abfeuern zu lassen.

Wenn diese kleinen Theilchen von der Sonne oder von einem Lichte ausfliessen, und auf einen Körper fallen, von dem sie auf unsere Augen zurückgeworfen werden; so erregen sie in unsern Gemüthern eine Vorstellung von diesem Körper, durch ein Gemälde so sie von ihm auf der Netzhaut in unserm Auge abbilden. Und da Körper von allen Seiten gesehen werden können; so wird das Licht auch in allen Richtungen von ihnen zurückgeworfen.

Ein Lichtstrahl ist ein ununterbrochener Strom dieser Partickeln, der von einem sichtbaren Körper in einer geraden Linie ausfließt. Daß diese Strahlen sich in geraden und nicht in krummen Linien bewegen: ausgenommen wenn sie gebrochen worden: ist daraus abzunehmen, daß sie durch die Oefnung einer krummen Röhre nicht sichtbar, und auch alsdann nicht zu sehen sind, wenn ein anderer Körper dazwischen kommt. So werden z. B. die Fixsterne durch die Dazwischenkunft der Planeten und des Monds: die Sonne ganz oder zum Theil, durch den Mond Merkurius und Venus unsern Augen entzogen. Daß sie sich aber nicht untereinander vermischen, oder auf ihren Wegen verwirren, wenn sie aus verschiedenen Körpern rund herum ausfliessen, erscheinet deutlich aus folgendem Experimente: man bohre in einer dünnen Metallplatte ein kleines Loch, stelle

diese Platte vor eine Reihe brennender Lichter auf einem Tische, und halte alsdann einen Bogen Papier oder Pappe in einer kleinen Entfernung hinter der Platte; so werden die Strahlen aller Lichter die durch das Loch fliessen, eben so viele helle Flecken auf das Papier bilden, als Lichter davor gesetzt sind: und jeder Flecken wird so groß und so deutlich seyn, als wenn nur ein einziges Licht da wäre. Dieses beweiset, daß die Strahlen sich einander in ihrer Bewegung nicht hindern, ob sie sich gleich alle zusammen in dem Loche kränzen.

Das Licht vermindert sich nach dem Verhältnisse der Quadrate des Abstands der Planeten von der Sonne. Man kann solches durch folgende Figur beweisen.

Man lasse das Licht, das von dem Punkte A. ausfließt, und durch das viereckte Loch B. geht, auf eine Fläche C. fallen, die der Fläche des Lochs parallel ist; oder noch besser; man lasse die Figur C. den Schatten von der Fläche B. seyn: und wenn die Weite C. doppelt so groß als B. ist; so wird die Länge und Breite des Schattens der Fläche C. doppelt so groß seyn als die Fläche B.; und dreyfach, wenn A. D. das dreyfache von A. B. ist u. s. f., welches man leicht durch den Schein des Lichts das man in A. stellt, untersuchen kann. Weil nun die Oberfläche des Schattens C. in der Entfernung A. C. als das doppelte von A. B. in 4 Quadrate; und in dreyfacher Entfernung, in 9 Quadrate, wovon jedes dem Quadrate B. gleich ist, verbreitet wird; so folgt: Tab. VI. fig. 1.

 daß

daß das Licht, welches auf die Fläche B. fällt, und indem es in doppelter Entfernung weiter geht: einen vierfach grössern Raum erleuchtet, in jedem Theile dieses Raums viermal dünner seyn muß; in dreyfacher Entfernung neunmal; in vierfacher sechzehnmal, als es zuerst war u. s. f. gleich der Vermehrung der viereckten Oberflächen B. C. D. E. die in den Weiten A. B., A. C., A. D., A. E. gestellet worden. Woraus der allgemeine Grundsatz fließt: daß die Dichtigkeit und Vielheit des Lichts, das auf eine gegebene Fläche fällt, in gleichem Verhältnisse vermindert wird, als die Quadrate der Entfernung dieser Fläche von dem leuchtenden Körper zunehmen: und daß es im Gegentheile, in dem Verhältnisse zunehme, als diese Quadrate vermindert werden.

Tab. VI. fig. 1. Je mehr die Scheiben des Monds und der Planeten durch ein Fernglas vergrössert werden; je blasser ist ihr Schein: weil das Fernglas die Quantität des Lichts nicht in dem Maase vergrössern kann, als es die Oberfläche vergrössert. Denn, da es dieselbe Quantität Licht über eine soviel grössere Oberfläche verbreitet, als man mit blossen Augen siehet; so muß dieses auch, wenn es durch ein Fernglas fällt, ganz genau soviel dünner seyn, als wenn es mit bloßen Augen gesehen wird.

Wir haben im Anfange dieses Kapitels gesagt: daß die Geschwindigkeit der Lichtstrahlen mehr als eine Millionmal grösser sey wie die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel. Itzt wollen wir versuchen, diese erstaunliche Geschwindigkeit sowohl als die

Fort-

Fortpflanzung des Lichts leicht und faßlich zu beweisen.

Man hat durch wiederhohlte Beobachtungen gefunden: daß, wenn die Erde zwischen der Sonne und dem Jupiter steht, die Trabanten desselben 8¼ Minuten früher verfinstert werden, als es nach den Tabellen geschehen sollte: und daß, wenn sie an der gegenüberstehenden Seite ist, solches 8¼ Minuten später geschehe, als die Tabellen es angeben. Hieraus folgt also unläugbar: daß die Bewegung des Lichts nicht im Augenblick geschehe, weil selbiges 16½ Minuten Zeit gebraucht, durch eine Weite zu gehen, die dem Durchmesser der Erdbahn, oder 36 Millionen gleich ist. Folglich fliegen die Lichttheilchen in jeder Sekunde 36364 Meilen, welches über eine Millionmal geschwinder ist, als eine Kanonenkugel fliegt. Da nun das Licht der Sonne in 16½ Minuten die Bahn der Erde durchläuft; so muß es in 8¼ Minuten von der Sonne zu uns kommen. Wenn also die Sonne vernichtet wäre; so würden wir sie noch 8¼ Minuten nachher sehen: und wenn sie aufs neue erschaffen wäre; so würde sie schon 8¼ Minuten da gewesen seyn; bevor wir sie erblickten.

Um diese fortschreitende Bewegung des Lichts zu erklären, nehme man an: daß A. und B. die Erde auf zwo verschiedenen Stellen ihrer Bahn sey: und daß ihre Entfernung von einander 18 Millionen Meilen, oder dem Abstande der Sonne S. von der Erde gleich sey; so ist klar: daß, wenn die Bewegung des Lichts im Augenblick geschähe; so würde der fig. 2.

Trabant 1, einem Beobachter in A. in eben demselben Augenblicke in den Schatten des Jupiters F. F. zu treten scheinen, als einem andern in B. Da man aber durch vieljährige Observationen gefunden, daß, wenn die Erde in B. ist, die Eintretung des Trabanten in den Schatten $8\frac{1}{4}$ Minuten früher gesehen werde, als wenn sie in A. steht; so hat man daraus bewiesen: daß die Bewegung des Lichts nicht augenblicklich, wie man bis dahin geglaubt hatte, sondern stufenweise geschehe. Es ist leicht zu berechnen, in wie viel Zeit die Erde sich von A. nach B. bewege; denn die Senne von 60 Grad ist in jedem Zirkel, dem halben Durchmesser desselben Zirkels gleich. Da nun die Erde durch alle 360 Grade ihrer Bahn in einem Jahre läuft; so läuft sie durch 60 dieser Grade, in ohngefehr 61 Tagen. Wenn also an einem gegebenen Tage: z. E. den ersten Junius die Erde in A. ist; so ist sie den ersten August in B: und da die Senne, oder die gerade Linie A. B. dem Radio der Bahn der Erde D. S. gleich ist; so ist sie folglich auch dem Abstande der Sonne von der Erde A. S. gleich.

So wie sich die Erde von D. nach C. durch die Seite ihrer Bahn A. B. bewegt; so nähert sie sich dem Lichte der Jupiters Trabanten: und dieses verursacht eine scheinbare Beschleunigung der Verfinsterung derselben. Und so wie sie sich durch die andere Hälfte H. ihrer Bahn von C. nach D. bewegt; so tritt sie weiter von ihrem Lichte zurück: und solches verursacht eine anscheinende Verzögerung ihrer Ver-

finste-

finsterungen; weil das Licht alsdann längere Zeit gebraucht ehe es die Erde erreicht.

Daß diese Beschleunigung oder Verzögerung der Verfinsterungen des Jupiters Trabanten, nach dem Maaße die Erde sich nähert oder zurückgeht, nicht von einer Ungleichheit, die von ihrer Bewegung in eccentrischen Kreisen herrührt, verursacht werde, ist daraus klar: daß es sie alle gleich trift, sie mögen verfinstert werden in welchem Theile ihrer Kreise sie wollen: zudem, da sie in jedem Jahre ihre Kreise oftmals durchlaufen, und ihre Bewegungen auf keine Weise der Bewegung der Erde angemessen oder verwandt sind. Es muß daher ein Phenomen, das nicht von der wirklichen Bewegung der Jupiters Trabanten, sondern so natürlich von der Bewegung der Erde abgeleitet werden kann, und so sehr mit selbiger zutrift, auch dieser zugeschrieben werden. Zugleich giebt dieses auch noch einen sehr guten Beweis von der jährlichen Bewegung der Erde.

Das neunte Kapitel.

Von der Atmosphäre.

Wenn ein Lichtstrahl aus einem Medio *) in ein anders übergeht; so wird er gebrochen, oder

 mehr

*) Unter Medium verstehen wir hier einen durchsichtigen Körper, oder ein jedes Ding, durch welches die

mehr oder weniger von seinem ersten Wege abgelenket: je nachdem er mehr oder weniger schief auf die brechende Oberfläche fällt, die beyde Media theilt. Dieses kann durch verschiedene Experimente bewiesen werden, wovon wir nur drey zum Beyspiele anführen wollen.

1) Man werfe ein Stück Geld in ein Becken, und gehe so weit zurück, bis der Rand des Beckens das Stück Geld eben bedeckt, oder dem Auge verbirgt. Dann halte man den Kopf unbeweglich stille, und lasse eine andere Person das Becken allmählig mit Wasser füllen; so wird man, nach dem Maase, wie das Wasser steigt, das Stück Geld immer mehr und mehr erblicken, und wenn das Becken voll ist, es ganz sehen können, gleich als wenn es bis zur Oberfläche des Wassers gehoben wäre. Denn der Gesichtsstrahl, der, so lange das Becken ledig, gerade war, wird nun auf der Oberfläche des Wassers gebrochen, und fällt einwärts nieder. Oder, mit andern Worten: der Strahl der von dem Rande des Beckens, so lange es ledig war, in gerader Linie heraus, und über das Auge hinaufgieng, ist nun niederwärts gebogen, und geht, statt vorher in gerader Linie, nunmehr winkelförmig; fällt herunter ins Auge, und macht das Objekt sichtbar. Oder

2) Man

die Lichstrahlen fallen können, als: Wasser, Glas, Demanten, Luft; und selbst ein luftleerer Raum wird oft ein Medium genannt.

2) Man stelle das Becken so, daß die Sonne schief darauf scheine, und bemerke die Stelle, wo der Schatten des Randes auf den Boden des Bekkens fällt. Dann fülle man es mit Wasser; so wird der Schatten weiter rückwärts fallen. Dieses beweiset: daß die Lichtstrahlen, wenn sie schief auf die Oberfläche des Wassers fallen, gebrochen und niederwärts gebogen werden.

Je gerader die Lichtstrahlen auf ein Medium fallen, je weniger werden sie gebrochen. Und wenn sie perpendikulär darauf fallen; so werden sie gar nicht gebrochen. Denn, je höher die Sonne, beym letzten Experimente, steigt, je geringer wird der Unterschied seyn, wo der Rand des Schattens in dem ledigen und gefüllten Becken hinfällt. Wenn also

3) Ein Stock queer über das Becken gelegt wird, und man läßt die Sonnenstrahlen, mittelst eines Spiegels perpendikulär darauf fallen; so wird der Schatten des Stocks auf eine und eben dieselbe Stelle fallen, das Becken mag ledig oder voll seyn.

Je dichter ein Medium ist; je mehr wird das Licht gebrochen wenn es dadurch geht.

Die Erde ist mit einer dünnen flüßigen Materie, die man Luft oder Atmosphäre nennt, umgeben. Diese drückt gegen die Erde, und geht mit derselben in ihrer täglichen Bewegung, und in ihrem jährlichen Laufe um die Sonne herum. Dieses Fluidum ist von einer elastischen oder ausdehnenden Natur.

Und,

Und, da ihre untern Theile von dem ganzen Gewichte der auf ihnen liegenden obern Luft gedrückt werden; so werden sie zusammengepreßt. Folglich ist die Luft an der Oberflache der Erde am dichtesten, wird aber, nach dem Maase sie höher ist, immer dünner. Es ist bekannt, daß die Luft an der Oberfläche der Erde einen Raum einnimmt, der ohngefähr 1200mal grösser ist, als Wasser von gleichem Gewichte. Daher ist eine cylinderförmige Säule Luft von 1200 Fuß Höhe eben so schwer als ein Cylinder Wasser von gleichem Durchmesser, und 1 Fuß Höhe. Hingegen ist ein Cylinder Luft, der bis zur obersten Höhe der Atmosphare reicht, mit einem Cylinder Wasser von 32 Fuß Höhe von gleichem Gewichte.

Die Dichtigkeit der Luft steht mit der Kraft, die sie zusammenpreßt, im Verhältniß. Da nun die Luft in den obern Theilen der Atmosphäre weniger gepreßt wird, als nahe an der Erde; so dehnt sie sich aus, und wird folglich dünner als an der Oberfläche der Erde. Man hat durch Versuche und Berechnungen gefunden, daß, wenn die Höhen der Luft in arithmetischer Proportion genommen werden, die Verdünnung derselben in geometrischer Proportion zunehme: so daß ein Zoll der Luft, worinn wir leben, in einer Höhe von 120 Meilen so sehr verdünnet seyn würde, daß er einen Raum ausfüllete, der dem Durchmesser der Bahn des Saturns gleich wäre. Und ob wir gleich in dem vorhergehenden gesagt haben, daß der Mond sich nicht in einem absolut freyen und unwiderstehenden Medio bewege; so ist dennoch

die Luft bis zur Höhe seiner Bahn schon so viele Millionenmal verdünnet, daß sie seiner Bewegung nicht widerstehen kann, und eine Abänderung seines Laufs in vielen Jahrhunderten nicht zu merken ist.

Die Schwere der Luft an der Oberfläche der Erde kann man durch die Experimente der Luftpumpe, und durch die Höhe des Quecksilbers in der Barometerröhre beweisen. Denn der Merkurius steigt in einer luftleeren Röhre durch den Druck der Atmosphäre, und zwar in seiner mittlern Höhe auf 29½ Zoll. Wenn nun eine solche Röhre einen Quadratzoll weit ist, und der Merkurius 29½ Zoll hoch darin stehet; so wiegt dieser 15 Pfund. Folglich drückt die Atmosphäre gleich einer Kraft von 15 Pfund auf jeden Quadratzoll der Oberfläche der Erde. Nach diesem Verhältnisse wird ein Mensch von mittler Grösse, dessen Körper ohngefähr 14 Quadratfuß Oberfläche hat, rund herum von einer Last von 30240 Pfund zusammengepreßt. Weil aber dieses ungeheure Gewicht an allen Seiten gleich ist, und die in unserm ganzen Körper vertheilte Luft demselben das Gleichgewicht hält; so wird es nicht von uns empfunden.

Die Luft ist oft so beschaffen, daß wir uns matt und unlustig befinden, und gewöhnlich glauben wir, daß sie alsdann zu schwer auf uns liege. Allein, daß sie dann zu leicht sey, erhellet eines theils aus dem Fallen des Quecksilbers im Barometer, anderntheils aus der durchgängigen Bemerkung, daß sie zu der Zeit nicht stark genug ist die Dünste zu heben, woraus die Wolken entstehen. Denn sobald die Wolken

in die Höhe steigen, muß die Luft um uns elastischer und schwerer geworden seyn: folglich hält sie der Ausdehnung der Luft in unserm Körper das Gleichgewicht; spannt unsere Blutgefässe und Nerven, und macht uns heiter und fröhlich.

Daß der Himmel uns am Tage helle scheint, rührt einzig und allein von der Atmosphäre her. Denn ohne dieselbe würde nur der Theil des Himmels helle scheinen, wo die Sonne steht. Und, wenn wir ohne Luft leben könnten; so würde, wenn wir unsern Rücken der Sonne zukehrten: der ganze Himmel uns eben so dunkel aussehen als bey der Nacht, und die Sterne würden uns eben so helle scheinen. Alsdann hätten wir aber auch keine Dämmerung, sondern einen schleunigen Uebergang vom hellsten Sonnenschein zur dicksten Finsterniß, und umgekehrt: welches ausserordentlich unbequem, und unsern Augen höchst schädlich seyn würde. Dagegen geniessen wir nun mittelst der Atmosphäre, das Licht der Sonne, welches von den Particklen der Luft zurückgeworfen wird, eine Zeitlang nachher, wenn sie untergegangen, und vorher ehe sie aufgegangen ist. Denn wenn die Erde durch ihre Umdrehung unsern Augen das Licht der Sonne entzogen; so wird die Atmosphäre, weil sie höher ist wie wir, noch von derselben beschienen, und verliert, wenn die Sonne 18 Grade unterm Horizont ist, erst gänzlich das Licht derselben, da alsdann die ganze Atmosphäre über uns dunkel wird. Man hat aus der Dauer der Dämmerung die Höhe der Atmosphäre berechnet, und gefunden, daß sie ohngefähr:

so weit sie Dichtigkeit genug hat einiges Licht zurück zu werfen: 9 Meilen betrage. Selten aber ist sie höher als eine halbe Meile, dicht genug die Wolken zu tragen.

Durch die Brechung der Sonnenstrahlen mittelst der Atmosphäre sehen wir die Sonne bey hellem Wetter früher, ehe sie aufgegangen, und später als sie untergegangen ist. Zu gewissen Jahreszeiten sehen wir die Sonne 10 Minuten, im Durchschnitt aber täglich sechs Minuten länger überm Horizont, als wir sie sehen würden, wenn gar keine Atmosphäre wäre.

Dieses zu erklären sey I. E. K. ein Theil der Oberfläche der Erde von der Atmosphäre H. G. F. C. bedeckt; und M. L. o. sey der sichtbare Horizont eines Beobachters in N. C. Wenn die Sonne in A. wirklich unterm Horizont ist; so fällt ein Lichtstrahl von ihr A. P. in gerader Linie auf die Oberfläche der Atmosphäre in P. und wird daselbst, weil er in ein dichter Medium tritt, von seiner geraden Richtung A. P. d. G. abgelenkt, und zum Auge des Beobachters in M. niedergebogen. Dieser sieht alsdann die Sonne in der Richtung des gebrochenen Strahls M. d. e., der überm Horizont liegt, und die Sonne in B. zeiget, wenn er bis zum Himmel ausgezogen ist. Tab. VI. fig. 3.

Je höher die Sonne steigt, je weniger werden ihre Strahlen gebrochen, weil sie nicht so schief auf die Oberfläche der Atmosphäre fallen. Wenn daher die Sonne in der Richtung der fortgeführten Linie

M.

M. f. L. ist; so ist sie der Oberfläche der Erde in M. beynahe so perpendikulär, daß ihre Strahlen nur wenig gebogen sind. Die Sonne ist in ihrem mittlern Abstande von der Erde nur $32\frac{1}{4}$ Minuten breit: und die horizontale Brechung ihrer Strahlen ist $33\frac{3}{4}$ Minuten. Da nun dieses mehr ist als die Grösse ihres ganzen Durchmessers; so sehen wir ihren Discum alsdann schon völlig, wenn ihr oberster Rand über den Horizont heraustritt.

Steht sie 10 Grade hoch; so ist die Refraktion nicht völlig 5 Minuten.

Steht sie 20 Grade hoch; so ist die Refraktion nur 2 Minuten 26 Sekunden.

Steht sie 30 Grade hoch; so ist die Refraktion nur 1 Minute 32 Sekunden.

und zwischen dieser von 30 Graden und der Scheitelhöhe, oder dem Zenith ist die Refraktion kaum merklich.

Um bey allen Observationen die wahre Höhe der Sonne, des Monds und der Sterne zu haben, muß die Refraktion von der beobachteten Höhe abgezogen werden. Allein die Grösse der Refraktion ist nicht immer dieselbe; weil die Hitze die brechende Kraft und die Dichtigkeit der Luft vermindert, und die Kälte beyde vermehrt. Daher kann keine Tabelle ganz genau zu allen Jahrszeiten, und selbst nicht einmal zu allen Tagszeiten, für einen bestimmten Ort, vielweniger für alle Himmelsgegenden gelten. Man hat bemerkt, daß die horizontale Refraktion beym Equator ohngefähr ein drittel geringer sey als zu Paris.

Und

Und von einer ausserordentlichen Refraktion der Sonnenstrahlen durch eine sehr strenge Kälte hat man durch die berühmte Observation der Holländer, die im Jahre 1596 auf Nova Zembla überwinterten, das merkwürdige Exempel: daß nach einer dreymonatlichen Nacht, die Sonne ihnen 17 Tage früher aufgieng, als sie nach ihrer Rechnung auf der beobachteten Polushöhe von 76 Grad hätte thun müssen: welches keiner andern Ursache, als der ausserordentlichen Refraktion der Sonnenstrahlen, die durch die kalte dicke Luft des dortigen Klimatis giengen, zugeschrieben werden kann.

Kepler rechnet, daß die Sonne noch 5 Grade hat unterm Horizont seyn müssen, als sie ihnen zuerst erschien: und folglich ist die Brechung ihrer Strahlen neunmal grösser gewesen als bey uns.

Die Sonne und der Mond scheinen bey ihrem Auf- und Untergange oval zu seyn; gleich F. C. G. D. Die Ursache hiervon ist diese: da die Refraktion nahe am Horizont grösser als in einer gewissen Höhe über demselben ist: so erscheinet der untere Rand mehr gehoben als der obere. Dieses hat aber keinen merklichen Einfluß auf den horizontalen Durchmesser C. D., der durchgehends gleich gehoben wird, sondern nur auf den verkürzten vertikalen F. G. Ist hingegen die Refraktion so geringe, daß sie fast unmerklich wird; so erscheinen uns die Sonne und der Mond vollkommen rund, als A. E. P. H. Tab. VI. fig. 4.

Die tägliche Erfahrung lehret: daß die Gegenstände, die wir am deutlichsten erkennen, diejenigen

sind, die uns am nächsten liegen. Wenn wir also folglich diese oder jene Entfernung bloß nach unserer Einbildungskraft schätzen wollen; so scheinen uns diejenigen Gegenstände, die wir helle sehen, näher zu seyn, als die wir nicht so helle sehen: eben so verschieden uns eben dieselben Gegenstände erscheinen, wenn wir sie zu einer Zeit helle und deutlich, zur andern Zeit aber dunkel und verwirrt sehen; wenn gleich der Abstand immer eben derselbe ist. Und wenn auch, in beyden Fällen, der Winkel, unter welchem wir einen Gegenstand erblicken, von gleicher Grösse ist; so erregt doch natürlicherweise unsere Einbildungskraft in uns eine Vorstellung eines grössern Zwischenraums zwischen uns und denjenigen Gegenständen, die uns dunkler und undeutlicher erscheinen; als denjenigen, die uns unter denselben Winkeln heller erscheinen: vornemlich, wenn es solche Gegenstände sind, denen wir uns niemals nähern, und ihre wirkliche Grösse augenscheinlich haben beurtheilen können.

Es ist aber nicht das verwirrte oder klare Ansehen eines Gegenstandes allein, wodurch wir in Beurtheilung der Grösse desselben betrogen werden können: sondern auch selbst alsdann urtheilen wir oft falsch, wenn wir ihn im gleichen Grade der Klarheit, und unter gleichen Winkeln sehen: ja sogar, wenn es Gegenstände sind, deren gewöhnliche Grösse uns bekannt ist, als z. B. Häuser, Bäume, oder dergleichen. Zum Beweise mag folgendes dienen: wenn jemand auf einem etwas niedrigen Grunde steht, und an der andern Seite eines sehr breiten Flusses ein Haus siehet:

so daß er weder den Fluß sehen noch zuvor wissen kann, daß er dazwischen fließt, weil das diesseitige Ufer den Fluß verbirgt, und ihm das jenseitige Ufer mit dem diesseitigen zusammen zu hängen scheint: so verliert er die Vorstellung einer Weite, die der Breite des Flusses gleich ist; und das Haus dünkt ihm klein zu seyn, weil er es für näher hält als es wirklich ist. Wenn er aber auf eine Höhe tritt, von welcher er den Fluß sowohl als den vorliegenden Grund sehen kann; so entdeckt er: ob er gleich nicht weiter von dem Hause ist als vorher: daß das Haus in einer grössern Entfernung sey als er sich einbildete; und folglich scheint es ihm nun grösser zu seyn als zuvor. In beyden Fällen sieht er das Hauß unter demselben Winkel, und es macht weder im erstern noch im letztern Falle ein grösseres Bild auf der Netzhaut seines Auges.

Die Sonne und der Mond scheinen, wenn sie unten am Horizont sind, grösser zu seyn, als wenn sie in einer beträchtlichen Höhe darüber stehen. Ob wir nun gleich wissen, daß sie in so grossen Weiten von der Erde sind; so deucht uns doch oftmals, sie schwebten nur auf der Oberfläche unserer Atmosphäre H. G. F. f. e. C. ein wenig höher als die Wolken, von welchen diejenigen in G. gerade über unsern Köpfen in M. uns näher sind als die in I. oder e. am Horizont I. E. e. Wenn daher die Sonne oder der Mond am Horizont in e. erscheinen; so sehen wir sie nicht nur in einer Gegend des Himmels, die wirklich weiter von uns ist, als wenn sie in einer beträchtlichen Höhe in f. stehen: sondern wir sehen sie

fig. 3.

auch durch eine grössere Menge Luft und Dünste in e. als in f.: hier haben wir also zwo Erscheinungen, die sich beyde vereinigen unsere Einbildungskraft zu täuschen, und uns die Entfernung der Sonne und des Monds bey ihrem Auf- und Untergange in e. grösser vorzustellen, als wenn sie ungleich höher in f. stehen. Denn erstlich scheinen sie uns an einer Stelle der Atmosphäre in e. zu seyn, die wirklich weiter als f. von einem Beobachter in M. ist: zweytens sehen wir sie in e. durch ein gröbers Medium als in f.; welches, da es ihren Glanz vermindert, uns bewegt zu glauben, daß sie weiter von uns wären. Und ob sie gleich in beyden Fällen unter einem und ebendemselben Winkel gesehen werden, so urtheilen wir doch natürlicherweise, daß sie am grössesten seyn müsten, wenn sie am weitesten von uns sind: eben wie das obgemeldete Haus, da wir es von einer Höhe sahen, uns weiter entfernt zu seyn schien, als da wir es von einem niedrigen Grunde erblickten.

Daß der Mond unter keinem grössern Winkel erscheine: er sey am Horizont oder im Meridian: davon kann ein jeder sich selbst überzeugen. Man nehme einen grossen Bogen Papier, und rolle ihn in Form einer Röhre in solchem Umfange zusammen, daß das Bild des Monds, wenn man ihn bey seinem Aufgange dadurch betrachtet, genau die Röhre fülle. Nun binde man einen Faden um das Papier, damit es in derselben Form bleibe: und betrachte den Mond abermals dadurch, wenn er im Meridian steht, und soviel kleiner zu seyn scheint; so wird man finden,

daß

daß er die Röhre eben so, wo nicht gar mehr, füllet, als da er erst aufgieng.

Wenn der Mond im Perigaeo, oder in seinem kleinsten Abstande von der Erde ist; so sieht man ihn unter einem grössern Winkel, und folglich scheint er alsdann grösser, als wenn er zu anderer Zeit voll ist. Und wenn die Gegend der Atmosphäre, wo er alsdann aufgeht, mehr als gewöhnlich mit Dünsten angefüllt ist; so scheint er soviel dämmeriger. Folglich halten wir ihn noch um soviel grösser, weil wir ihn in einer ungewöhnlichen Entfernung zu seyn glauben: da wir wissen, daß kein Gegenstand in einer grossen Weite groß scheinen kann, wenn er nicht wirklich groß ist.

Das zehnte Kapitel.

Von den Ursachen der verschiedenen Länge der Tage und Nächte, und der Abwechselung der Jahrszeiten.

Ob wir gleich voraus setzen, daß unsere Leser bereits mit den vornehmsten Eintheilungen und Zirkeln einer Erdkugel oder des Globi bekannt sind; so wollen wir dennoch zum Ueberfluß sie hier nochmals benennen.

Der Equator ist der grosse Zirkel, welcher die Erde in zwo Hälften, die nordliche und südliche theilet.

Die Tropici sind zween kleinere Zirkel, dem Equator parallel, und auf beyden Seiten $23\frac{1}{2}$ Grade von ihm entfernt. Unter einem Grade verstehen wir hier den 360sten Theil eines jeden grossen Zirkels, der die Erde in zwey gleiche Theile theilt. Der Tropicus des Krebses liegt an der Norderseite des Equators; und der Tropicus oder Wendezirkel des Steinbocks an der Süderseite desselben.

Der Arctische oder nordliche Zirkel hat den Nordpol zum Mittelpunkte, und ist eben so weit vom Nordpol, als die Tropici vom Equator oder der Linie entfernt. Und der antarktische oder südliche Zirkel ist eben so weit vom Südpole.

Die Pole sind die nordlichen und südlichen Punkte des Globi: und deswegen werden alle Oerter, die auf einer oder der andern Seite des Equators liegen, nordlich oder südlich genannt, nachdem sie diesem oder jenem Pole näher sind. Die Achse der Erde ist eine gerade Linie, die durch den Mittelpunkt der Erde mit dem Equator perpendikulär geht, und sich auf der Oberfläche derselben in beyden Polen endigt. In Ansehung der Himmelskörper ist es nur eine in Gedanken angenommene Linie: bey unsern künstlichen Erd- und Planetenkugeln aber ist es eine kleine metallene Stange, um welche die Kugeln herumgedrehet werden können.

Die numerirten 1, 2, 3, 4 rc. sind:

Die Meridiane oder Mittagslinie aller Oerter durch welche sie gehen. Und wir müssen annehmen, daß viele tausende derselben auf der Kugel gezogen

sind;

sind; weil jeder Ort: er liege noch so wenig weiter nach Osten oder Westen als ein anderer: einen von diesem Orte unterschiedenen Meridian hat.

Alle Meridiane laufen in den Polen zusammen: und wenn der Mittelpunkt der Sonne, in ihrer scheinbaren Bewegung um die Erde über einen Meridian geht; so ist es an allen Oertern, die unter demselben Meridian liegen, oder mit den beyden Polen und der Sonne eine gerade Linie ausmachen, Mittag.

Die breite Strecke, die zwischen den Tropicis liegt, und gleich einem Gürtel rund um die Kugel geht, wird die heisse Zone genannt, deren Mitte der Equator ist.

Die Strecke zwischen dem Tropico des Krebses und dem Arctischen Zirkel, heißt die nordliche temperirte (gemäsigte) Zone. Die andere zwischen dem Tropico des Steinbocks, und dem antarktischen Zirkel, ist die südliche temperirte Zone.

Die beyden runden, durch die Polarzirkel begränzten Strecken, sind die beyden kalten Zonen: und werden nordlich oder südlich genannt, nach dem Pole, welcher der Mittelpunkt der einen oder der andern ist.

Nach dieser allgemeinen Erklärung wollen wir nun ein Experiment beschreiben, mittelst welchem man sich einen vollkommenen Begriff von der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde, und der daraus herrührenden Abwechselung der Tage und der Nächte, so wie der Jahrszeiten, machen kann, in

wie fern sie durch diese zwiefache Bewegung der Erde verursacht werden.

Man hänge eine kleine Erdkugel von ohngefähr 3 Zoll im Durchschnitt an einen langen Faden von gedreheter Seide, da wo der Nordpol der Kugel ist. Alsdann stelle man einen grossen Reifen schräg auf einen Tisch, so daß er mit der Fläche des Tisches einen Winkel von $23\frac{1}{2}$ Graden macht, die Ekliptik vorzustellen. Hierauf setze man im Mittelpunkte desselben ein brennend Licht, die Sonne anzudeuten: und hänge die Kugel nahe an der innwendigen Seite des Reifen; so wird, wenn der Tisch wagerecht steht: der Equator mit der Tafel parallel, von dem Reifen in einem Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad durchschnitten; und die eine Hälfte desselben oberhalb, und die andere unterhalb dem Reifen seyn. Das Licht aber wird die eine Hälfte der Kugel erleuchten, auf eben die Art als die Sonne die eine Hälfte der Erde erleuchtet, während daß die andere im Dunkeln ist. Darauf drehe man den Faden von der rechten zur linken Hand, damit die Kugel ebendenselben Weg, d. i. von Westen nach Osten laufe. So wie sich nun die Kugel um ihre Achse oder den Faden drehet; so werden die Stellen ihrer Oberfläche regelmäsig durch Licht und Dunkel gehen, und bey jeder Umdrehung gleichsam eine Abwechseling von Tag und Nacht haben. Indem sie nun fortfährt auf die Art herumzulaufen; so führe man sie bey dem Faden langsam an dem Reifen herum, und zwar ebenfalls von Westen nach Osten: welches die Bahn ist, worinnen sich die Erde

durch den Thierkreis jährlich um die Sonne bewegt: und man wird sehen; daß, während der Zeit die Kugel in dem untersten oder niedrigsten Theile des Reifen ist, das Licht (weil es nordlich vom Equator) stets den Nordpol bescheine; und daß alle nordlichen Gegenden durch einen geringern Theil Schatten als Licht gehen: und zwar desto geringer, je weiter sie vom Equator entfernt sind. Folglich sind ihre Tage länger als ihre Nächte.

Kommt die Kugel auf den Punkt, wo die Mitte zwischen dem niedrigsten und höchsten Theile des Reifen ist; so steht das Licht dem Equator gerade gegen über, und erleuchtet die Kugel von Pol zu Pol. Alsdann geht jeder Theil derselben, so wie sie rund lauft, durch eine gleiche Portion Licht und Schatten; und folglich ist auf der ganzen Kugel Tag und Nacht von gleicher Länge. So wie nun die Kugel sich dem höchsten Theile des Reifen nähert; so kommt das Licht an die Süderseite des Equators, und bescheinet, nach dem Maase sie höher kommt, immer mehr und mehr den Südpol; läßt also den Nordpol um soviel in Schatten, um soviel der Südpol erleuchtet wird, und machet gegen Süden die Tage länger und die Nächte kürzer; so wie das Gegentheil an der nordlichen Seite des Equators geschiehet, bis sie zu dem höchsten Punkte kommt, wo alsdann in Süden die längsten Tage, und die kürzesten Nächte, in Norden aber das Gegentheil ist. Wenn sie von da weiter vorwärts und wieder herunter geht; so tritt das Licht vom Südpol immer mehr zurück, und nähert sich

dem Nordpol: dadurch verlängern sich die nordlichen Tage, und die südlichen verkürzen sich in gleichem Verhältniß. Kommt sie nun abermals auf den zweyten Mittelpunkt, zwischen dem höchsten und niedrigsten Theile des Reifen; so steht das Licht wiederum dem Equator gegen über, und erleuchtet die Kugel von Pol zu Pol. Alsdann ist aufs neue (ausgenommen unmittelbar unterm Pole) gleich viel Licht, und gleich viel Schatten auf der ganzen Kugel; und folglich Tag und Nacht gleich.

Theilet man den Reifen in 12 gleiche Theile, und bezeichnet jeden mit einem der Zeichen des Thierkreises, so daß man mit dem Krebse auf dem höchsten Punkte anfängt, und von da ostwärts (oder dem scheinbaren Laufe der Sonne entgegen) rechnet; so wird man sehen, wie die Sonne ihre Stelle in der Ekliptik jeden Tag zu verändern scheint, so wie die Kugel ostwärts in dem Reifen fortgeht, und sich um ihre Achse wälzt: wenn nemlich die Erde in einem niedrigen Zeichen, als im Steinbock stehet, muß die Sonne in einem hohen, als im Krebse, gegen über erscheinen: während der Zeit die Erde in der südlichen Halfte der Ekliptik ist, zeigt sich die Sonne in der nordlichen, und umgekehrt eben so: und je weiter ein Ort vom Equator ist, je grösser muß der Unterschied zwischen dem längsten und kürzesteu Tage seyn.

Da die Bahn der Erde elliptisch, und die Sonne beständig in ihrem untern Brennpunkte, welcher 300000 Meilen von dem Mittelpunkte der längern

Achse entfernt ist, stehet; so kommt die Erde doppelt soviel, oder 600000 Meilen, der Sonne zu einer Zeit im Jahre näher als zur andern. Und da uns die Sonne im Winter unter einem grössern Winkel erscheint als im Sommer; so beweiset solches: daß die Erde der Sonne im Winter näher sey als im Sommer. Hier entsteht also ganz natürlich die Frage: warum haben wir denn nicht zu der Zeit das heisseste Wetter, wenn die Erde der Sonne am nächsten kommt? die Antwort ist: daß die Eccentricität der Erdbahn oder 300000 Meilen kein grösser Verhältniß gegen den mittlern Abstand der Erde von der Sonne ausmacht als beynahe 17 zu 1000; folglich dieser geringe Unterschied keine grosse Veränderung der Hitze oder Kälte in einer solchen Entfernung verursachen kann. Die eigentliche Ursache ist aber: daß die Sonnenstrahlen im Winter so schief auf uns fallen, daß eine gegebene Zahl derselben, über einen viel grössern Theil der von uns bewohnten Oberfläche der Erde ausgebreitet ist; und daher jeder Punkt weniger Strahlen auffängt als im Sommer. Zudem bringen die langen Winternächte einen grössern Grad der Kälte mit sich, als die kurzen Tage durch Wärme wieder ersetzen können: und aus beyden Ursachen muß die Kälte zunehmen. Im Sommer hingegen fallen die Sonnenstrahlen senkrechter auf uns, und kommen daher auf einen und denselben Ort in grösserer Anzahl: theilen überdem, durch ihre anhaltende Verweilung am Tage, einen grössern Grad der Hitze mit, als in der Nacht verfliegen kann.

Das eilfte Kapitel.

Vom Monde.

Wenn man den Mond durch ein gewöhnliches Seherohr betrachtet; so bemerket man, daß seine Oberfläche mit langen Strecken ausserordentlich hoher Berge und tiefer Höhlen abwechselnd besetzt sey. Man hat gefunden, daß einige dieser Berge: wenn man ihre Höhe mit dem Diameter des Monds vergleichet: höher sind als die höchsten Berge auf unserer Erde. Diese Rauhigkeit der Oberfläche des Monds ist für uns von grossem Nutzen: indem dadurch: wie wir schon vorher angeführet: das Sonnenlicht von allen Seiten auf uns zurückgeworfen wird. Denn, wäre der Mond glatt, und eben wie ein Spiegel, oder mit Wasser bedeckt; so würden wir sein Bild nur als einen hellen Punkt sehen, der uns die Augen blendete.

Da der Mond so rauh und höckericht ist; so haben sich viele darüber gewundert, woher es komme, daß sein Rand uns nicht zackigt erscheine, und warum wir die bogenförmigen Gränzen seiner hellen und dunkeln Stellen nicht sehen können. Allein wenn wir bedenken, daß dasjenige, was wir den Rand der Mondsscheibe nennen, nicht eine einfache mit Bergen besetzte Linie (in welchem Falle wir sie unregelmäßig ausgekerbt sehen würden) sondern eine breite Zone sey, in welcher viele Berge hinter einander dem Auge

des

des Beobachters gegenüber liegen; so werden wir finden, daß die Berge in einigen Strecken, den Thälern in andern entgegen stehen, und dadurch die Ungleichheiten wieder ausfüllen; so daß der Mond uns rund erscheinet. Eben als wenn man eine Orange in der Nähe betrachtet; so bemerkt man sehr genau, daß sie rauh und uneben ist: vornemlich wo die Sonne oder ein Licht, an der dem Auge zugekehrten Seite, schief darauf scheinet. Die Linie aber, die den sichtbaren Theil derselben begränzt, wird immer glatt und eben aussehen.

Wenn der Mond voll ist, und in dem höchsten oder niedrigsten Theile seiner Bahn stehet; so scheint er nicht völlig rund zu seyn, weil wir seine ganze erleuchtete Seite zu der Zeit nicht sehen können. Ist er in dem höchsten Theile seines Kreises voll; so fehlt unten ein wenig: und ist er es in dem niedrigsten Theile; so fehlt es oben. Zwischen dem letzten Viertel und dem Neumond sehen wir ihn oft des Vormittags am Himmel, auch selbst wenn die Sonne scheint: und man hat alsdann Gelegenheit eine angenehme Erscheinung zu beobachten. Wenn man nemlich auf einem Thore oder andern erhabenem Gebäude einen kugelförmigen Knopf siehet; und stellt sich, wenn die Sonne darauf scheint, so, daß die höchste Oberfläche des Knopfs just die unterste Spitze des Horns vom Monde zu berühren scheint; so wird man die erleuchtete Seite des Knopfs ganz genau in eben derselben Figur als den Mond sehen: nemlich eben so gehörnt, und in eben der Lage gegen den Horizont

geneigt.

geneigt. Die Ursache ist leicht zu erklären: denn weil die Sonne den Knopf in der nemlichen Richtung erleuchtet als den Mond, und beyde Kugeln sind; so hat der Mond, wenn wir in der vorgedachten Stellung stehen, mit dem Knopfe eine gleiche Richtung gegen unsere Augen: und deswegen müssen wir eben soviel von dem erleuchteten Theile des einen als des andern sehen.

Wenn der Mond gehörnt ist; so kann man zu allen Zeiten aus der Stellung seiner Hörner, die Neigung des Theils der Ekliptik gegen den Horizont, worinn er alsdann ist, finden. Denn eine gerade Linie, die die Spitzen seiner Hörner berührt, ist der Ekliptik perpendikulär. Und da der Winkel, den die Bahn des Monds mit der Ekliptik machet, von der Sonne gesehen, den Mond niemals mehr als 2 Minuten über die Ekliptik erheben, noch unter dieselbe herunterbringen kann; so kann solches auch keine merkliche Veränderung in der Stellung seiner Hörner verursachen. Wenn man daher einen Quadranten so hält, daß die eingetheilte Seite gegen das Auge gehalten wird, und zwar so weit als man ihn mit Bequemlichkeit halten kann, und dann die eine Ecke die Hörner des Monds zu berühren scheint; so wird der Bogen zwischen der Bleyschnur und dieser Ecke, die Neigung des Theils der Ekliptik gegen den Horizont bezeichnen: und der Bogen zwischen der andern Ecke des Quadranten und der Bleyschnur, wird die Neigung einer Linie zum Horizont bezeichnen, welche die Hörner des Monds berühret.

Der

Der Mond scheint uns gemeiniglich eben so groß zu seyn als die Sonne, weil der Winkel u. k. A. unter welchem wir den Mond von der Erde sehen. eben so groß ist als der Winkel L. k. M. unter dem wir die Sonne sehen. Aus der Ursache kann uns der Mond den ganzen Discum der Sonne verbergen: wie es oft bey Sonnenfinsternissen geschiehet. Wäre der Mond weiter von der Erde als in A.; so würde er die Sonne niemals ganz verbergen: weil er alsdann unter dem Winkel N. k. O. erschiene, und nur den Theil der Sonne bedeckte, der zwischen N. und O. liegt. Wäre er noch weiter, als in X.; so würde er unter dem kleinen Winkel T. K. W. als ein Flecken in der Sonne erscheinen, und bloß den Theil T. W. verbergen. Tab. VII. fig. 1.

Daß sich der Mond, in der Zeit er seine Bahn durchläuft, um seine Achse drehe, ist zuverläßig zu beweisen. Denn ein Beobachter, der ausserhalb der Bahn des Mondes auf einer Stelle stille stünde, würde sehen, daß ihm in der Zeit alle Seiten desselben regelmäßig zugekehrt stünden. Er drehet sich um seine Achse, von einem Sterne bis wieder zu demselben in 27 Tagen 8 Stunden: und von der Sonne bis wieder zu der Sonne in 29½ Tagen. Das erste nennet man die Länge seines Sterntages, und das letzte die Länge seines Sonnentages. Ein Körper, der um die Sonne liefe, ohne sich um seine Achse zu drehen, würde in jedem Umlaufe einen Sonnentag haben: auf eben die Art, als wenn er in Ruhe geblieben, und die Sonne um ihn gelaufen wäre. Allein

lein einen Sternentag könnte er, ohne sich um seine Achse zu drehen, niemals haben; weil er immer dieselbe Seite gegen einen gegebenen Stern kehren würde.

Hätte die Erde keine jährliche Bewegung; so würde der Mond einen Wechsel- einen Stern- und einen Sonnentag, alles in einer und derselben Zeit vollenden. Weil aber die Erde, während der Zeit der Mond auf seiner Bahn um sie lauft, auf ihrer Bahn fortgeht; so muß der Mond schon soviel weiter auf seiner Bahn von Neumond zu Neumond laufen, soviel die Erde in der Zeit, das ist, beynahe den zwölften Theil eines Zirkels fortgegangen ist, ehe er einen Sonnentag vollenden kann.

Am leichtesten läßt sich der periodische und synodische Lauf des Monds begreifen, wenn man sich ihn nach der Bewegung des Stunden- und Minutenzeigers einer Uhr vorstellet, wo die Scheibe in 12 gleiche Theile oder Stunden, gleichwie die Ekliptik in 12 Zeichen, und das Jahr in 12 Monate getheilet ist. Nun wollen wir annehmen: die 12 Stunden wären die 12 Zeichen: der Stundenzeiger die Sonne, und der Minutenzeiger der Mond: dann gienge der erste in einem Jahre, und der letzte in einem Monate herum. Folglich müste der Mond oder der Minutenzeiger schon weiter herumgehen, bis er die Sonne oder den Stundenzeiger einholete, um mit ihm wieder zusammen zu treffen. Denn, weil der Stundenzeiger immer weiter fortgeht; so kann er niemals von

dem

dem Minutenzeiger, auf demselben Punkte, wo sie vorher zusammen stunden, eingeholet werden.

Gesetzt demnach: die beyden Zeiger wären, wie sie immer sind, auf der Stunde 12 in Conjunktion; so würden sie das erstemal 5 Minuten 27 Sekunden, 16 Drittel, 21 Viertel, $49\frac{1}{11}$ Fünftel nach 1 wieder zusammentreffen: das zweytemal 10 Minuten, 54 Sekunden, 32 Drittel, 43 Viertel, $38\frac{2}{11}$ Fünftel nach 2: und so fort an. Ob dieses aber gleich eine leichte Erklärung der Sonnen- und Mondsbewegung ist; so trift sie doch nicht genau mit der Zeit ihrer wirklichen Bewegung zu: weil der Mond $12\frac{1}{3}$ Conjunktionen mit der Sonne macht, während sie durch die Ekliptik gehet; der Minutenzeiger einer Uhr hingegen den Stundenzeiger nur 11mal einholet. Wenn daher statt des gewöhnlichen Räderwerks hinter der Zeigerscheibe, die Achse des Minutenzeigers ein Getriebe von 6 Lappen hätte, das ein Rad von 74 Zähnen triebe, und dieses letzte den Stundenzeiger, in jedem Umlaufe, den er um die Scheibe macht, führte; so würde der Minutenzeiger $12\frac{1}{3}$mal mit ihm in Conjunktion kommen; und es würde folglich eine artige Vorstellung abgeben, die Bewegungen der Sonne und des Monds zu zeigen: besonders wenn man auf den langsamen Zeiger eine kleine Sonne, und auf den geschwinden einen kleinen Mond befestigen liesse.

Nun müssen wir noch eines Umstands, in Absicht des Monds erwähnen, der ein abermaliger Beweiß der Güte und Weisheit des Schöpfers ist, mit wel-

cher er für die Bedürfnisse seiner Creaturen sorgt. Wir haben im vorhergehenden gezeigt, daß die Sonne den Polargegenden im Sommer niemals unter; und im Winter niemals aufgehe; folglich müssen diese Gegenden im ersten Fall beständig Tag, und im andern beständig Nacht haben. Es würde ihnen daher das Licht des Monds im Sommer von gar keinem Nutzen, im Winter hingegen desto zuträglicher seyn; je länger sie es geniessen könnten. Daß es nun gerade auf die Art vom Schöpfer also geordnet sey, wollen wir im folgenden beweisen.

Wenn die Sonne den Sommertropicum berührt; so verweilt sie bey den Polarzirkeln 24 Stunden überm Horizont. Und wenn sie den Wintertropicum berührt: ist sie 24 Stunden nnter demselben. Aus eben dieser Ursache geht der volle Mond im Sommer niemals auf, und im Winter niemals unter, wenn wir ihn, wie er sich in der Ekliptik bewegt, ansehen.

Denn weil der volle Mond im Winter eben so hoch in der Ekliptik steht, als die Sonne im Sommer; so muß er deswegen auch eben so lange überm Horizont verbleiben. Und weil er im Sommer so niedrig steht, als die Sonne im Winter; so kann er auch nicht höher heraufgehen. Doch dieses trift nur die beyden vollen Monde bey den Tropicis, die andern gehen alle auf und unter. Im Sommer steht der volle Mond niedrig, und bleibt nur kurze Zeit überm Horizont: indem auch die Nächte nur kurz sind, und wir das Licht des Monds am wenigsten bedürfen. Im Winter hingegen steht er hoch und

bleibt

bleibt lange, weil wir ihn alsdann am grösten nöthig haben.

Bey den Polen geht die Hälfte der Ekliptik niemals auf, und die andere niemals unter. Und weil die Sonne allemal ein halbes Jahr zubringt, die eine Hälfte der Ekliptik zu beschreiben, und ein halbes Jahr die andere Hälfte; so kann man sich natürlicherweise vorstellen, daß sie bey jedem Pole wechselsweise ein halbes Jahr überm Horizont verbleibt, und dem einen Pole aufgeht, wenn sie dem andern untergeht. Dieses würde auch ganz genau zutreffen, wenn keine Refraktion wäre. Weil aber die Atmosphäre die Sonnenstrahlen bricht; so wird die Sonne einige Tage früher, und bleibt einige Tage später sichtbar, als sie sonst thun würde: daher sie auch schon über dem Horizont des einen Pols erscheint, wenn sie von dem Horizont des andern noch nicht völlig weggegangen ist. Und da die Sonne niemals tiefer als $23\frac{1}{2}$ Grad unter den Horizont der Pole geht; so haben diese wenig ganz dunkele Nächte: sondern sie haben immer Dämmerung, bis die Sonne 18 Grade unterm Horizont ist. Da der volle Mond allemal der Sonne gegenüber steht; so kann er: so lange die Sonne überm Horizont ist: nicht gesehen werden, ausgenommen wenn er in die nördliche Hälfte seiner Bahn einfällt. Denn zu welcher Zeit ein Punkt der Ekliptik aufgeht, geht der andere unter. Weil daher die Sonne vom 20sten März bis den 23sten September über dem Horizont des Nordpols ist; so ist klar, daß der Mond, wenn er voll und der Sonne gegenüber

ist, dieses halbe Jahr unterm Horizont seyn muß. Wenn aber die Sonne in der südlichen Hälfte der Ekliptik ist; so geht sie dem Nordpol niemals auf. Folglich muß in dem andern halben Jahre, jeder Vollmond, in die nordliche Hälfte der Ekliptik, die niemals untergeht, fallen. Die Polarbewohner sehen also den Vollmond zwar niemals im Sommer, dagegen aber sehen sie ihn jedesmal im Winter, vorher, voll, und nachher 14 Tage und Nächte unaufhörlich. Und wenn die Sonne in ihrem tiefsten Stande unterm Horizont, im Steinbock stehet; so ist der Mond beym ersten Viertel im Widder: voll im Krebse: und im letzten Viertel in der Wage. Da nun der Anfang des Widders der aufgehende Punkt der Ekliptik, Krebs der höchste, und Wage der untergehende Punkt ist; so geht der Mond beym ersten Viertel im Widder auf: ist im Krebse voll, und am höchsten überm Horizont: und geht im letzten Viertel beym Anfang der Wage unter, nachdem er während 14 Umdrehungen der Erde sichtbar geblieben. Also sind die Pole, in der Zeit die Sonne abwesend ist, die Hälfte des Winters, mit unaufhörlichem Mondenschein versorgt; und verlieren ihn nur vom letzten bis zum ersten Viertel aus dem Gesicht, wo er nur wenig Licht giebt, und ihnen wenig oder gar keine Dienste thun könnte. Beygehende Figur wird dieses noch deutlicher machen.

Tab. VII. fig. 2. Es sey also S. die Sonne: e. die Erde im Sommer, wenn ihr Nordpol der Sonne zugekehrt stehet: und E. die Erde im Winter, wenn ihr Nordpol abgekehrt

gekehrt stehet. S. E. N. und N. W. S. ist der Horizont des Nordpols, der mit dem Equator zutrift. Und in diesen beyden Stellungen der Erde ist ♈. ♋. ♎. ♑. die Bahn des Monds, worinn er um die Erde lauft, nach der Ordnung der Buchstaben a. b. c. d., A. B. C. D. Wenn der Mond in a. ist; so ist er der Erde in e. im letzten Viertel, und geht dem Nordpole n. auf. In b. wechselt er, und ist am höchsten überm Horizont, eben wie die Sonne. In c. ist er im ersten Viertel, und geht unterm Horizont. In d. ist er am allerniedrigsten, wenn er der Sonne entgegensteht, und seine erleuchtete Seite der Erde zukehrt. Alsdenn aber ist er dem Südpole p. voll, welcher eben so sehr von der Sonne abgekehrt, als der Nordpol ihr zugekehrt stehet. Folglich ist der Mond in unserm Sommer über den Horizonte des Nordpols, wenn er die nordliche Hälfte der Ekliptik ♈. ♋. ♎. beschreibt; oder vom letzten bis zum ersten Viertel: und unterm Horizont, wenn er die südliche Hälfte ♎. ♑. ♈. durchläuft: oder am höchsten im Neumond, und am niedrigsten im Vollmond. Im Winter hingegen, wenn die Erde in E. ist, und ihr Nordpol sich von der Sonne abneigt; ist der Neumond in D. in seiner größten Tiefe unter dem Horizont N. W. S. und der Vollmond in B. in seiner größten Höhe über demselben; geht beym ersten Viertel in A. auf, und bleibt überm Horizont, bis er zum letzten Viertel in C. kommt. Im mittlern Stande ist er 23½ Grad überm Horizont in B. und b., und

eben so tief unter demselben in D. und d., gleich der Achse der Erde F.

S♋. oder S♑. stellet gleichsam einen Lichtstrahl von der Sonne zur Erde vor, und zeigt: daß, wenn die Erde in e. ist, die Sonne überm Horizont, dem Tropico des Krebses vertikal stehe; und unterm Horizont dem Tropico des Steinbocks vertikal, wenn die Erde in E. ist.

Da wir oben im zweyten Kapitel bewiesen, daß der Mond keine Atmosphäre von sichtbarer Dichtigkeit habe; so müssen wir, ehe wir dieses Kapitel schliessen, hier noch eine Anmerkung des berühmten **Stewart** über diese Materie anführen, die uns seitdem zu Gesichte gekommen ist. Sie lautet also:

Newton redet von einer Atmosphäre des Monds; dagegen behaupten andere, daß kein solches Ding da sey, weil man sie gar nicht entdecken könne. Wenn man aber annimmt, daß der Mond eben die Vestigkeit als die Erde habe, und daß seine flüßigen Theile in gleichem Verhältnisse stehen; so muß die Höhe seiner Atmosphäre (vorausgesetzt er hätte eine) so geringe seyn, daß sie von dem schärfsten Beobachter nicht entdeckt werden kann. Denn das muß man zugeben, daß die Höhe der Atmosphäre, der Geschwindigkeit, mit welcher der Mond sich um seine Achse drehet, und der Vielheit der flüßigen Theile seiner Oberfläche angemessen sey. Da nun die Geschwindigkeit seiner Umdrehung um seine Achse, 27mal geringer, als die Geschwin-

schwindigkeit der Umdrehung der Erde: und die Vielheit seiner flüßigen Theile nur den 12ten Theil so groß ist; so muß folglich die Höhe der Atmosphäre des Monds, in Vergleichung der Atmosphärenhöhe der Erde, sehr klein seyn. Gesetzt: die Atmosphäre der Erde hätte eine Höhe von 10 Meilen, welches doch sehr reichlich gerechnet ist; so würde die Atmosphäre des Monds nur den 6ten Theil einer Meile hoch seyn; welches, von der Erde gesehen, einen Winkel ausmacht, der kleiner ist als der sechste Theil einer Sekunde.

Der Grund, den verschiedene Astronomen angeführet: daß der Mond keine Atmosphäre haben könne, weil sonst das Licht der Planeten und Sterne, wenn man sie nahe an seinem Rande erblickt, und er vor ihnen übergeht: müßte gebrochen werden, widerlegt sich, sobald man bedenkt, daß in diesem Fall die Zeit des Durchgangs des Sterns durch die Atmosphäre des Monds, nicht länger seyn könne, als der dritte Theil einer Sekunde: und daß diese Zeit so kurz sey, daß kein Astronom sich werde rühmen können, sie bemerkt zu haben.

Das zwölfte Kapitel.

Von der Fluth und Ebbe.

Die Ursache der Fluth und Ebbe wurde von Kepler entdeckt, der in seiner Einleitung zur Physik des Himmels sich folgendermaßen ausdrückt.

Der Kreis der anziehenden Kraft, die im Monde ist, erstreckt sich bis zur Erde; und zieht das Wasser unter der heissen Zone an; wirket auf die Oerter, wo er vertikal steht, unmerklich auf begränzte Seen und Busen, merklich aber auf den Ocean, dessen Bette sehr groß ist; und das Wasser hat die Freyheit ein gleiches zu thun; das ist: zu steigen und zu fallen.

Und auf der 70sten Seite seiner Astronomie des Monds. — Aber die Ursache der Fluth und Ebbe der See scheinen die Körper der Sonne und des Monds zu seyn, welche das Wasser der See anziehen.

Diese Muthmassung bewog den grossen Newton sie näher zu untersuchen, und zu verbessern. Er schrieb also über diesen Gegenstand sehr ausführlich, und machte sich die Theorie der Fluth und Ebbe, auf gewisse Weise, zum Eigenthum: indem er die Ursache entdeckte, weswegen die Fluth an der dem Monde entgegenstehenden Seite der Erde zu gleicher Zeit steige und falle. Denn Kepler glaubte, daß die Gegenwart des Monds einen Stoß verursache, der in seiner Abwesenheit einen andern hervorbringe. Wir

wollen versuchen, ob wir diese Materie, worüber so oft gestritten worden, ausführlich erklären, und auf eine solche Art beweisen können, daß sie hinfort keinem Zweifel weiter unterworfen sey.

Die Ursache, warum die Fluth in entgegengesetzter Richtung an beyden Seiten der Erdkugel zu einer und eben derselben Zeit steige und falle, läßt sich auf der Centrifugaltafel, durch ein ganz neues vom Herrn Ferguson erfundenes Experiment, unwidersprechlich beweisen.

Ehe wir aber zu diesem Beweise gehen, wird es nöthig seyn, zuvor folgende Sätze zu erklaren.

Einem jeden ist bekannt, daß die Attraktion des Monds die Ursache sey, daß das Wasser an der ihm zugekehrten oder ihm nächsten Seite der Erde steige. Allein aus was für einer Ursache solches zu ebenderselben Zeit, an der entgegenstehenden, oder von ihm abgekehrten Seite, wo kein Mond ist der anziehen könne, geschehe, das ist vielleicht nicht so allgemein bekannt. Denn ohne eine dritte Ursache, sollte man vielmehr gedenken, daß der Mond das Wasser an der andern Seite, die seiner anziehenden Kraft gerade entgegensteht, eher drücken als in die Höhe heben müsse.

Folgende Figur wird dieses deutlich machen:

Es sey A. B. C. D. die Erde, und zwar überall mit Wasser bedeckt; ausgenommen die Spitze einer kleinen Insel A. a. Nun sey die Erde in einer steten Bewegung, und drehe sich in 24 Stunden von Westen nach Osten, um ihre Achse, nach der Ordnung Tab. VIII. fig. I.

der Buchstaben A. B. C. D. und der Mond M. laufe gleichfalls auf seiner Bahn O. o. von Westen nach Osten, und zwar von M. nach o., innerhalb 24 Stunden 50 Minuten.

Ferner ist bekannt; daß die Erde und der Mond einander so nahe sind, daß sie sich wechselseitig anziehen; nemlich die Erde den Mond, und der Mond die Erde; und daß die anziehende Kraft sich nach dem Maase vermindert, als das Quadrat der Entfernung von dem anziehenden Körper zunimmt. Hieraus folget:

Daß der Mond die Seite der Erde A., die ihm am nächsten ist, zu allen Zeiten mit einem grössern Grade der Kraft anziehen müsse als den Mittelpunkt der Erde E.; und daß er den Mittelpunkt wiederum mit einem grössern Grade der Kraft anziehe als die Seite der Erde C. die am weitesten von ihm ist; und daß die Erde und der Mond, durch die Kraft ihrer gegenseitigen Anziehung, auf einander fallen würden, wenn nichts wäre, das sie daran verhinderte: daß aber der Mond soviel geschwinder gegen die Erde fallen würde als die Erde gegen den Mond, soviel die Erde schwerer ist: oder soviel die Quantität der Materie der Erde grösser ist, als die Quantität der Materie des Monds. Denn weil jeder Theil der Materie mit einem gleichen Grade der Kraft anziehet; so muß folglich der Körper, der die gröste Quantität Materie hat, den andern mit einem so viel grössern Grade der Kraft anziehen.

Nun wollen wir annehmen: die Erde und der Mond näherten sich einander durch die Kraft ihrer Attraktion; so würden die Erdtheile unserer Kugel, da sie zusammenhängen und untereinander verbunden sind, nicht mehr oder weniger der anziehenden Kraft des Monds nachgeben, sondern sich alle gleich schnell gegen den Mond bewegen: das Wasser hingegen: weil es von einer nachgebenden Natur, und die Zusammenhängung seiner Theile sehr geringe ist: würde nach dem Maaße der verschiedenen Grade der anziehenden Kraft des Monds, in mehrerer oder minderer Entfernung mehr oder weniger gereitzt werden.

Es müste folglich das Wasser bey A., weil es stärker durch den Mond angezogen wird als die Erde bey ihrem Mittelpunkte E., sich schneller gegen den Mond bewegen als der Mittelpunkt; und folglich in diesem Verhältnisse höher gegen den Mond steigen, nemlich von A. nach a. Und da der Mittelpunkt E. sich schneller gegen den Mond bewegt, als das Wasser an der hintern Oberfläche der Erde in C.; so würde das Wasser daselbst gleichsam zurückgelassen, und folglich, in Verhältniß gegen den Mittelpunkt, gehoben werden; wie hier von C. nach c.

Weil aber immer dieselbe Masse Wasser auf der ganzen Erde bleibt; so kann es unmöglich auf einer Stelle steigen, ohne daß es zugleich auf der andern falle. Es muß daher eben so niedrig bey b. und d. fallen, als es zur selbigen Zeit bey a. und c. steigt: so daß, wenn jemand in einiger Entfernung von der Erde, über den Punkt E. gestellet werden könnte,

so

so würde er die Oberfläche des Wassers nicht in der runden Figur A. B. C. D.; sondern in der elliptischen Figur a. b. c. d. sehen, gleich als wenn der Mond gar nicht darauf wirkte.

Da nun die Erde sich ostwärts um ihre Achse drehet; so ist es klar: daß wenn die Insel A. a. in A. stehet, es daselbst gerade unter dem Monde, hoch Wasser ist. Ist sie in B.; so ist sie 6 Stunden vom Monde weg und hat niedrig Wasser. Ist sie in C., 12 Stunden vom Monde; so hat sie abermals hoch Wasser. Und wenn sie in D. ist, 18 Stunden vom Monde; so hat sie wiederum niedrig Wasser. Wenn also der Mond keine fortrückende Bewegung auf seiner Bahn machte, sondern allemal über der geraden Linie A. M. bliebe; so würde die Insel A. in 24 Stunden allemal zu eben derselben Zeit zweymal Fluth und zweymal Ebbe haben. Dieses geschiehet aber nicht; sondern Fluth und Ebbe kommen jeden Tag später als den vorhergehenden. Die Ursache davon ist: daß, da der Mond seine Bahn jeden Monat ostwärts durchläuft, und die Erde sich in 24 Stunden, gleichfalls ostwärts um ihre Achse drehet; so ist der Mond, während der Zeit, schon etwas weiter auf seiner Bahn fortgerückt: folglich muß die Insel, wenn sie wieder nach A. herumkommt, sich schon soviel weiter, und zwar von A. nach e. bewegen, ehe sie am folgenden Tage das höchste Wasser haben; oder ehe sie wieder gerade unter den Mond kommen kann. Dieser Unterschied beträgt völlig 50 Minuten: und soviel kömmt das höchste Wasser oder die Fluth täglich später. Die

See=

Seefahrer rechnen zwar nur 48 Minuten. Und sie würden Recht haben: wenn der Mond völlig 30 Tage und Nächte gebrauchte, bis er wieder wechselte. Da es aber nur 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten und 3 Sekunden (in der mittlern Zahl) sind; so muß er sich täglich ein wenig weiter bewegen. Und dieser Unterscheid beträgt, wenn man ihn gegen die Bewegung der Erde rechnet, ohngefähr zwo Minuten.

Es kann also die Insel, während der Zeit, daß der Mond seinen Kreis in 29½ Tagen (in runder Zahl) durchläuft, nur 28½ mal von Mond zu Mond wieder herumkommen; und folglich nur doppelt soviel Fluth und Ebbe in a. und c., oder 57mal Fluth und 57mal Ebbe von Neumond zu Neumond haben; oder, welches einerley ist, während daß er zweymal wechselt, welches 59 Tage 1 Stunde, 28 Minuten und 6 Sekunden ausmacht, haben wir 57 doppelte Fluthen, und eben so viele Ebben.

Diese Bewegung der Fluth und Ebbe würde sehr leicht zu begreifen seyn, wenn die Erde und der Mond gegen einander fielen. Weil aber der Lauf des Monds auf seiner Bahn ihm eine Centrifugalkraft mittheilt, die der Kraft, mit welcher ihn die Erde anzieht, das Gleichgewicht hält; so kann er ganz und gar nicht zur Erde fallen. Dagegen aber muß die Erde wiederum einen kleinen Kreis um ein gemeinschaftliches Centrum Gravitatis, zwischen ihr und dem Monde beschreiben; sonst würde die Attraktion des Monds, indem er seine Bahn durchläuft, die Erde mit sich fortreissen; und diese hätte dagegen

keine

keine Centrifugalkraft, seiner Anziehung das Gleichgewicht zu halten.

Dafür hat aber der Schöpfer weislich gesorget. Denn die Erde und der Mond bewegen sich wirklich jeden Monat um ihr gemeinschaftliches Centrum Gravitatis. Und eben dieses Centrum Gravitatis ist es, welches denjenigen Kreis beschreibt, worinn der Mittelpunkt der Erde sich jährlich um die Sonne bewegen würde, wenn sie gar keinen Mond zum Begleiter hätte.

Der Abstand desselben vom Mittelpunkte der Erde steht mit dem Unterschiede der Quantität der Materie der Erde und des Monds im Verhältnisse. Da nun die Quantität der Materie der Erde 40mal grösser ist als die Quantität der Materie des Monds: und die mittlere Entfernung des Monds vom Centro der Erde 52000 Meilen beträgt: so folget, daß, wenn man diese Summe durch 40 theilet, der Quotient 1300 Meilen, für den Abstand des gemeinschaftlichen Schwerpunkts vom Centro der Erde ausmache. Und dieser liegt allemal in gerader Linie zwischen den beyden Mittelpunkten der Erde und des Monds, weil sie sich beyde da herum bewegen.

Jetzt wollen wir versuchen: ob wir dieses auf die Erscheinung der Fluth und Ebbe anwenden, und solche daraus erklären können.

Man nehme also einen runden Reifen von dünnem Bleche A. B. C. D., der so biegsam sey, daß, wenn man die Enden A. und C. bis a. und c. auszieht, die Seiten B. und D., bis b. und d. zusammen-

fig. 2.

menfallen: und der Reifen eine elliptische Figur a. b. c. d. bekomme, gleich der Oberfläche des Wassers a. b. c. d., wenn sie durch die Attraktion des Monds angezogen worden. Sobald man ihn aber loßläßt, er seine vorige runde Figur wieder annehme, wie die Oberfläche des Wassers, wenn die Attraktion des Monds aufhörte. Denn in diesem Fall würde das Wasser ebenmäßig von den hohen Seiten a. und c. zu den niedrigen Seiten b. und d. herunterlaufen, bis seine Oberfläche rund um das Centrum der Erde wieder gleich wäre.

Nun knüpfe man das Ende einer Schnur A. H. an einer Stelle des Reifen, als in a. an: und halte das andere Ende H. in der Hand fest: schwinge darauf den Reifen in der Runde herum; so wird er eine Neigung bekommen wegzufliegen, eben wie ein Stein in einer Schleuder: nur mit dem Unterschiede; daß, weil der Theil C., der am weitesten von der Hand ist, in eben derselben Zeit herumgehen muß, als der Theil A., der der Hand am nächsten ist; so wird der Theil C. eine stärkere Neigung haben wegzufliegen als der Theil A., der Mittelpunkt hingegen unverändert auf seiner Stelle bleiben.

Wenn nun ein anderer unbiegsamer runder Ring (gleich der harten Erde) A. B. C. D., auf oder in dem elliptischen Reifen läge, und sich in der Zeit, daß der Reifen einmal herumgeschwungen wird, $29\frac{1}{2}$ mal um seinen Mittelpunkt drehete; würde jeder Punkt des Ringes, eben wie A., nach und nach mit dem höchsten a. c. und dem niedrigsten Theile b. d.

des elliptischen Reifens zusammentreffen. Auf eben die Art, als die Insel A. a., durch die Bewegung der Erde um ihre Achse, wechselsweise zum höchsten Wasser bey a. und b., und zum niedrigsten bey c. und d. kommt.

Folgende Figur wird dieses noch deutlicher machen:

fig. 3. Es sey A. B. C. D. die Erde; M. der Mond, O. o. ein Theil der Mondsbahn: und G. das gemeinschaftliche Centrum Gravitatis zwischen Erde und Mond, um welches sich beyde, jeden Monat einmal, bewegen: und zwar der Mond in der Richtung O. o., und die Erde in der Richtung E. h. Da nun durch diese Bewegung alle Theile der Erde eine Centrifugalkraft oder eine Neigung bekommen, in der Linie A. E. C., oder derselben parallel wegzufliegen: und die Centrifugalkraft eines jeden Theils mit dessen Entfernung von dem gemeinschaftlichen Centro Gravitatis G. in geradem Verhältniß stehet (weil die Weiten, durch welche sie sich bewegen, ihrer Entfernung von G., das ist, den Durchmessern der Kreise, die sie in einer und eben derselben Zeit beschreiben, gleich sind); so wird die Centrifugalkraft des Punkts A., der Linie A. G.; die Centrifugalkraft des Punkts E., der Linie E. G.; und die Centrifugalkraft des Punkts C., der Linie C. G. gleich seyn. Denn der Punkt A. beschreibt den kleinen Zirkel A. e. f. g. in eben der Zeit, daß der Mittelpunkt E. den grössern E. h. i. k., und der Punkt C. den größten Zirkel C. l. m. n. beschreibt; welches in einem Monat geschieht,

schieht, als in welcher Zeit der Mond seine Bahn O, o. durchlauft.

Nun hält die Attraktion des Monds am Mittelpunkte der Erde E., der Centrifugalkraft ihres Mittelpunkts ganz genau das Gleichgewicht, und erhält denselben folglich in seinem Kreise E. h. i. k. Dagegen ist seine Attraktion in A. grösser, und in C. geringer als in E.: so daß da, wo die Attraktion am grössesten, als in A., die Centrifugalkraft am schwachsten ist. Folglich verursacht das Uebermaaß der Attraktion, daß das Wasser, an der Seite der Erde, die dem Monde zu allen Zeiten am nächsten ist, steigen muß: wie hier von A. nach a. Hingegen ist in C., als der am meisten entfernten Seite vom Monde, die Attraktion am schwächsten, und die Centrifugalkraft am stärksten. Und aus der Ursache wird das Wasser durch das Uebermaaß der Centrifugalkraft daselbst eben so hoch von C. nach c. steigen, als es an der entgegengesetzten Seite durch das Uebermaaß der Attraktion von A. nach a. gestiegen ist.

Solches durch ein Experiment zu beweisen, befestiget man die Maschine A. B. im Mittelpunkte der Centrifugaltafel. Diese Maschine hat an dem einen Ende eine runde Platte, worauf der Zirkel a. b. c. d. gezogen ist, die Figur der Erde vorzustellen. Ueber den Zirkel gehet eine Ellipse e. f. g. h., welche das Steigen der Fluth, mittelst der Anziehung des Monds bezeichnet. Am andern Ende ist eine elfenbeinerne Kugel M. befestiget, welche den Mond bedeutet. Ge- Tab. V. fig. 7.

rade über beyden Zirkeln steht auf der eyrunden Platte ein meßingenes Gerüste, an welchem drey elfenbeinerne Kugeln an seidenen Schnüren hangen. Die erste hängt über dem Punkte des Zirkels a., der am weitesten vom Centro der Tafel ist. Die zweyte hängt über dem Mittelpunkte C.; und die dritte über dem Punkte des Zirkels c., der dem Mittelpunkte der Tafel am nächsten ist: so daß C. den Mittelpunkt der Erde; c. eine Masse Wasser an der Mondsseite; und a. eine Masse Wasser an der gegenüber liegenden Seite der Erde bezeichnet. Hinter der Mondskugel ist eine kleine meßingene Leiste, worinnen drey Löcher eingeschnitten sind, durch welche drey seidene Schnüren gehen, die mit einem Ende an den drey Kugeln befestiget, am andern Ende aber mit drey kleinen Gewichten, von verschiedener Schwere, versehen sind.

Die erste, woran das leichteste Gewicht hängt, geht an der Mondskugel vorbey, zur Kugel e. die zweyte, deren Gewicht etwas schwerer ist, geht mitten durch die Mondskugel, zur Kugel C. Und die dritte, die das schwerste Gewicht hat, geht an der andern Seite der Mondskugel vorbey, zur Kugel g. Die Absicht dieser drey ungleichen Gewichte ist, die ungleiche Attraktion des Monds, nach Maaßgabe des Abstandes der beyden entgegenstehenden Seiten, und des Mittelpunkts der Erde, vorzustellen; daher sie auch, sobald man sie frey hängen läßt, die 3 Kugeln mit verschiedenen Graden der Kraft nach sich ziehen, wodurch dieselben augenscheinlich weiter von einander

sind,

sind, als wenn sie perpendikulär hängen. Wie in der 8ten Figur. Sobald man nun die Scheibe langsam umdrehet, bis die mittelste Kugel über dem Centro des Zirkels hängt; so wird die Kugel g., durch ihr schwereres Gewicht gegen den Mond angezogen, und hängt gerade über dem Punkte der Ellipse g. Die Kugel e. hingegen fliegt, wegen ihres leichtern Gewichts, und ihrer grössern Centrifugalkraft, nach der andern Seite ab, und hängt alsdann gerade über dem Punkte der Ellipse e. Folglich übertrift die Centrifugalkraft der Kugel e. die Attraktion des Monds genau um so viel, als die Attraktion des Monds die Centrifugalkraft der Kugel g. übertrift: während daß die Attraktion und Centrifugalkraft der mittlern Kugel einander das Gleichgewicht halten. Wie in der 9ten Figur.

Fig. 8.

Fig. 9.

Nun müssen wir noch erklären, was man unter Springfluth und Nipfluth (Neap Tides) versteht.

Die Erde ist in Vergleichung ihres Abstandes von der Sonne so klein, daß die anziehende Kraft der Sonne beynahe an allen Seiten der Erde gleich ist: und deswegen kann nur ein sehr geringer Unterschied zwischen der Centrifugalkraft der der Sonne zugekehrten und von ihr abgekehrten Seite der Erde seyn. Indessen ist doch noch immer einiger Unterschied, nach dem Maase, wie die Erde auf ihrer Bahn fortrückt. Wenn daher die Erde keinen Mond zum Begleiter hätte; so würden dennoch durch die Attraktion der Sonne ganz niedrige Fluthen auf ihr entstehen. Sobald also Sonne, Mond und Erde in ge-

rader Linie stehen (welches jedesmal beym Neu- und Vollmond geschieht); so wirken die Anziehungskräfte der Sonne und des Monds gemeinschaftlich, und heben folglich die Fluth höher als zur andern Zeit; und dieses nennet man Springfluth. Ist hingegen der Mond in seinen Vierteln; so wirket er auf die Fluth mit der Sonne kreuzweise. Denn die Sonne ist alsdann mit der Ebbe in gerader Linie, und verhindert, daß die Ebbe allda nicht so tief fallen; folglich die Fluth auch nicht so hoch an der dem Monde zu und abgekehrten Seiten der Erde steigen kann, als sie sonst thun würde, wenn der Mond ganz allein und die Sonne gar nichts wirkete. Dieses nennet man Nipfluth.

Aus dem was wir vorher angeführet und bewiesen haben, sollte man schliessen, daß an jedem Orte die Fluth alsdann am höchsten seyn müsse, wenn der Mittelpunkt des Monds gerade über dem Meridian des Orts steht: wir sehen aber, daß dieses nicht allemal zutrift.

Die Ursache liegt in der natürlichen Eigenschaft aller Körper, in dem Zustande der Bewegung: wenn sie einmal in denselben gebracht sind: zu bleiben, bis ein anderes Ding ihre Bewegung aufhält. Daher wird das Wasser, wenn es durch die Wirkung des Monds sich hebt, doch noch ein wenig höher steigen: selbst wenn der Mond in dem Augenblick, da er in den Meridian des Orts tritt, vernichtet würde. Hierzu kommt, daß, obgleich die Attraktion des Monds an einem jeden Orte alsdann am stärksten ist, wenn

er

er gerade in dem Meridian desselben, und folglich ihm an dem Tage am nächsten steht; so höret dennoch seine Attraktion nicht mit einem male an dem Orte auf, sondern dauert noch einige Zeit fort, wenn er den Meridian schon paßiret ist. Und diese Fortdauer der Attraktion, ob sie gleich nicht so stark mehr ist, erhält das Wasser doch auch noch etwas in dem angeschwollenen Zustande, bis die Neigung des Wassers zum Fallen, der Attraktion gleich ist.

Ueberhaupt genommen müste, wenn die Erde über und über mit Wasser bedeckt wäre, der Mond den Meridian eines Orts, wenn die Fluth daselbst am höchsten ist, drey Stunden paßiret seyn. Weil aber die Erde nicht überall mit Wasser bedeckt ist: und die mannichfaltigen Vorgebürge und Bugten sich in allen Richtungen in die See hinein erstrecken: auch Klippen und Kanäle den Lauf des Wassers aufhalten; so wird der regelmaßige Lauf der Fluth dadurch sehr unterbrochen: so daß an einigen Orten die Fluth alsdann erst am höchsten ist, wenn der Mond schon weit von dem Meridian des Orts entfernt steht. Indeß sey die Entfernung des Monds von dem Meridian eines Orts, an einem bestimmten Tage, welche sie wolle; so tritt doch die höchste Fluth den folgenden Tag beynahe um eben dieselbe Zeit ein, wenn der Mond wieder in gleicher Entfernung vom Meridian stehet.

Zum Beschlusse müssen wir noch die Ursachen anzeigen, warum man in der mittelländischen und der Ostsee fast gar keine Fluth und Ebbe verspüret.

Ueberhaupt bemerket man auf allen innländischen Seen keine Fluth und Ebbe: weil sie gröstentheils so klein sind; daß der Mond, wenn er darüber steht, ihre ganze Oberfläche gleich stark anzieht, und dadurch das Wasser an allen Seiten gleich leicht macht. Folglich kann kein Theil desselben höher als der andere gehoben werden, und aus dem Grunde bekommen die mittelländische- und Ostsee nur schwache Erhebungen. Zudem sind ihre Mündungen, wodurch sie mit dem Ocean Gemeinschaft haben, zu schmal, daß sie in der kurzen Zeit Wasser genug empfangen und von sich geben; folglich auch ihre Oberflächen merklich erhöhet oder erniedriget werden könnten.

Das dreyzehnte Kapitel.

Methode, die Längen und Breiten der Oerter zu finden.

Zuvörderst ist bekannt, daß ein jeder Zirkel, er sey groß oder klein, in 360 gleiche Theile getheilet werde, die man Grade nennet.

Gesetzt also: es wäre ein grosser Zirkel rund um die Erde gezogen, der sie in zwo gleiche Hälften theilete; so betrüge die Länge eines jeden Grads dieses Zirkels 15 deutsche Meilen: nur mit dem Unterschiede, daß es bey einem Zirkel, der durch den Nord- und Südpol der Erde gezogen wäre, etwas weniger seyn würde.

Nun hat man einen grossen Zirkel, der rund um die Erde geht, angenommen, und solchen den Equator genennet: und die Zahl der Grade, die ein gegebener Ort gegen den Norder- oder Süderpol vom Equator abliegt, nennt man seine Breite.

Es haben daher alle Oerter auf der nordlichen Halbkugel der Erde, von einem jeden Punkte des Equators gegen den Nordpol, Norderbreite: und auf der südlichen Halbkugel gegen den Südpol, Süderbreite. Und da die Pole die weitesten Punkte vom Equator sind; so haben sie die gröste Breite, oder 90 Grade, welches den vierten Theil des ganzen Umkreises der Kugel ausmacht.

Die Norder- und Süderpunkte oder Pole des Himmels stehen gerade über den Norder- und Süderpolen der Erde. Weil aber die Erde sich alle 24 Stunden um ihre Achse drehet: so verursachet diese Bewegung der Erde eine scheinbare Bewegung der Punkte am Himmel: und zwar in einer Richtung, die der Bewegung der Erde entgegen ist: ausgenommen, daß die Pole des Himmels, weil sie gerade über den Polen der Erde stehen, eben wie diese, stets in Ruhe bleiben.

Wenn wir nun ferner annehmen: daß rund am Himmel herum ebenfals ein großer Zirkel durch den Nord- und Südpol desselben gezogen wäre: und ein zweyter großer Zirkel wäre, dem Equator der Erde parallel, rund herum gezogen: jeder aber in 360 Grade getheilet; so stünde dieser letztere als die Equinoktial- oder Mittellinie des Himmels gerade über

dem Equator der Erde: so wie die Pole des Himmels gerade über den Polen der Erde stehen. Da aber die Erde in Vergleichung der Weite des gestirnten Himmels, nicht grösser als ein Punkt ist; so folget, daß wir immer die eine Hälfte des ganzen Himmels oder einen Bogen von 180 Graden sehen können, wir mögen auf einer Stelle der Erde seyn wo wir wollen: nur daß unser Horizont durch keine Berge oder Hügel unterbrochen sey.

Aus allem diesen erhellet: daß, da die Erde rund ist, und der Himmel über uns die Figur einer grossen ausgehöhlten Kugel zu haben scheint; die Equinoktial- oder Mittellinie des Himmels gerade über uns ist, wenn wir beym Equator der Erde stehen: und daß alsdann die Norder- und Süderpunkte oder Pole des Himmels, gerade in den Norder- und Süderpunkten unsers Horizonts, oder unsers Gesichtskreises liegen. Sobald wir aber einen Grad vom Equator es sey gegen den Norder- oder Süderpol der Erde, weggehen; so scheint eben derselbe Pol des Himmels einen Grad über unsern Horizont erhoben zu seyn: weil wir einen Grad des Himmels unter ihm sehen können: und der gegenüberliegende Pol einen Grad unter der Gränze unsers Horizonts hinunter sinkt. Wenn wir 2 Grade weggehen; so scheint uns der Pol 2 Grade über unserm Horizont erhoben u. s. f. bis wir zu einem der beyden Pole, 90 Grade vom Equator gehen: alsdann steht eben dieser Pol gerade über unserm Kopfe, oder 90 Grade über unserm Horizonte: welches die gröste Höhe ist, die er haben

kann. Da nun die Zahl der Grade, die wir vom Equator sind, unsere Breite genennt wird; so ist die Zahl der Grade, die der Pol des Himmels alsdann über unserm Horizont erhoben ist, dieser gleich. In Hamburg ist der Nordpol des Himmels 54 Grade überm Horizont erhoben; folglich hat Hamburg auch 54 Grade Norderbreite, oder zählt 54 Grade vom Equator. Diejenigen Oerter hingegen, die gerade unterm Equator liegen, haben gar keine Breite, weil die Breite vom Equator anfängt.

Zur Ausmessung dieser Höhen der Himmelspole bedienet man sich eines Instruments, das man einen Quadranten nennet, welches der vierte Theil eines Zirkels ist, der auf einer metallenen Platte in 90 Grade getheilet worden. An dem Mittelpunkte desselben ist eine Schnur mit einem Gewichte befestiget, die folglich, wenn sie frey schwebt, stets zum Centro der Erde hängt. Sobald man nun längst einer der geraden Seiten des Quadranten nach dem Pol siehet; so ist die andere gerade Seite eben soviel Grade von der Bleyschnur entfernet, als die Zahl der Grade beträgt, die der Pol über den Horizont des Orts der Beobachtung erhöhet ist: und bestimmt dadurch sowohl die Polhöhe als die Breite des Orts. Tab. VI. fig. 5.

Weil man gerade im Pole keinen Stern erblicket; so hat man zur Beobachtung der Polhöhe einen Stern der zweyten Grösse angenommen, der ohngefähr 2 Grade vom Nordpole entfernt ist, und solchen den Polarstern genennet. Da nun die Bewegung der Erde um ihre Achse eine scheinbare Bewegung aller

Sterne um die Pole des Himmels verursachet; so scheint uns der Polarstern alle 24 Stunden einen Kreis von 4 Graden im Diameter rund um den Pol zu beschreiben. Sobald man also 2 Grade von der grösten beobachteten Höhe des Polarsterns abzieht, oder 2 Grade zu der niedrigsten Höhe zuthut; so giebt das Ueberbleibende die wahre Polhöhe für den Ort der Beobachtung.

Da der Nordpol 54 Grade über den Horizont von Hamburg erhoben ist; so gehen alle Sterne, die innerhalb 54 Grade um diesen Pol liegen, niemals unter den Horizont von Hamburg. Mann könnte also, wenn man die gröste und niedrigste Höhe einer dieser Sterne beobachtete, und die Hälfte des Unterschieds entweder subtrahirte oder addirte, auch dadurch die Polhöhe finden.

Auf solche Art läßt sich mittelst eines Sterns, der niemals unter den Horizont eines Orts geht, die Breite eines jeden Orts sehr leicht und genau bestimmen. Allein man hat noch eine Methode, wodurch man dieses auch jeden Mittag, durch die gefundene Höhe der Sonne thun kann, ohne daß man die Sterne dazu nöthig hat.

Wir wollen zuerst die Ursache anzeigen, und alsdann die Methode beschreiben.

Die Equinoktial- oder Mittellinie des Himmels ist, wie bereits angeführet worden, gerade über dem Equator der Erde. Und eben so viel Grade als die Breite eines gegebenen Orts vom Equator ist; eben so viel ist der Punkt des Himmels, der gerade über

diesem Orte steht, von der Equinoktiallinie. Folglich, sobald wir finden können, wie viel Grade der Punkt des Himmels, der gerade über unserm Orte steht, von der Equinoktiallinie entfernt ist; sobald wissen wir auch, wie viel Grade unser Ort vom Equator sey, oder welche Breite er habe.

Die Sonne ist zweymal im Jahre in der Equinoktiallinie, nemlich den 20sten März, und den 23sten September, und alsdann steht sie gerade über dem Equator. Vom 20sten März bis den 23sten September ist sie an der Norderseite; und vom 23sten September bis zum 20sten März an der Süderseite der Equinoktiallinie. Die Zahl der Grade, so die Sonne an einem gegebenen Tage im Jahre von der Equinoktiallinie absteht, wird ihre Deklination genannt; und heißt Norder- oder Süderdeklination, je nachdem die Sonne an der Norder- oder Süderseite der Equinoktiallinie steht: so daß Deklination am Himmel dasselbe ist, was wir auf der Erde Breite nennen.

Man hat Tabellen, auf welchen die Deklination der Sonne für den Mittag eines jeden Tages berechnet ist: sie sey nordlich oder südlich. Und der Punkt des Himmels, der gerade über einem Orte steht, ist, wie vorher erwiesen, 90 Grade über den Horizont des Orts erhoben.

Um nun die Breite eines Orts z. E. von Hamburg, welches an der Norderseite des Equators liegt, zu finden, beobachte man, mittelst eines Quadranten, an einem Tage im Jahr des Mittags, die Höhe

der Sonne. Und wenn man alsdann in den Tabellen die Deklination der Sonne nordlich findet; so subtrahire man die Deklination, von der durch den Quadranten gefundenen mittäglichen Sonnenhöhe. Das Uebrbleibende giebt die Höhe der Equinoktiallinie, welche Höhe, von 90 Graden subtrahirt, die Breite des Orts ausmacht.

Z. E. Am 21sten Junius geben uns die Tabellen die Deklination der Sonne $23\frac{1}{2}$ Grad nordlich an. Wenn man uun an dem Tage des Mittags die Sonnenhöhe mit dem Quadranten misset; so wird man sie $59\frac{1}{2}$ Grad finden. Alsdann subtrahire man $23\frac{1}{2}$ von $59\frac{1}{2}$; so bleibt 36 Grad für die Höhe des höchsten Punkts der Equinoktiallinie über dem Horizonte von Hamburg. Diese wieder von 90 Grad subtrahirt, bleibt 54 Grad für die Breite von Hamburg.

Ist die Deklination der Sonne südlich; so addire man dieselbe zu der beobachteten mittägigen Sonnenhöhe: und die Summe giebt den höchsten Punkt der Equinoktiallinie, über dem Horizonte des Orts. Diese von 90 Grad abgezogen, bleibt die Anzahl der Grade für die Breite des Orts.

Z. E. Am 21sten December zeigen uns die Tabellen, daß die Deklination der Sonne $23\frac{1}{2}$ Grad südlich sey. Wenn man nun an dem Tage des Mittags ihre Höhe nimmt; so wird man sie $12\frac{1}{2}$ Grad finden: welches, zu $23\frac{1}{2}$ addirt, 36 Grad für die Höhe der Equinoktiallinie giebt. Dieses, von 90 Grad

Grad abgezogen, bleibt 54 Grade für die Breite von Hamburg, wie vorher.

Die Länge eines Orts ist derjenige Punkt, den dieser Ort ost- oder westlich von einem andern gegebenen Orte entfernet ist. Man kann sich dieses auf einer künstlichen Erdkugel oder auf einem Globo am besten vorstellen. Die krummen Linien, welche auf demselben von einem Pole zum andern gezogen sind, nennet man die Meridiane: und jede derselben ist der Meridian aller derjenigen Oerter, über welche sie geht. D. i. An allen diesen Oertern steht die Sonne jeden Tag zu einer und eben derselben Zeit auf ihrer grösten Höhe; und folglich haben sie alle zu gleicher Zeit Mittag. Gewöhnlich sind zwar auf einem Globo nur 24 Meridian-halbzirkel in gleichen Weiten von einander gezeichnet: man muß aber annehmen, daß der ganze Raum zwischen ihnen mit eben solchen Meridianen angefüllet sey; weil jeder Ort, er liege ostlich oder westlich von dem Meridiane eines gegebenen Orts; einen von diesem Orte unterschiedenen Meridian hat.

Nun ist der ganze Umkreiß des Equators in 360 gleiche Theile oder Grade getheilt, und die Englischen Astronomen und Geographen fangen die Länge bey dem Meridian von London an, und rechnen von da die Längen andrer Oerter ostlich oder westlich, nachdem die Meridiane dieser Oerter ost- oder westlich von dem Meridian von London abliegen. Folglich ist die Länge eines Orts nach Osten oder Westen vom Londoner Meridian, der Anzahl Grade gleich, die

zwischen diesem Orte und dem Londoner Meridian eingeschlossen sind. Auf die Art wird ein Meridian, der über Kopenhagen gezogen ist, den Equator in einem Punkte durchschneiden, der von dem Punkte, wo ihn der Londoner Meridian durchschneidet, 13 Grad ostwärts entfernt ist: und ein Meridian, der über Philadelphia in Nordamerika gezogen ist, wird ihn 74 Grad westwärts, von dem Punkte des Londoner Meridians durchschneiden. Und aus der Ursache sagt man: die Länge von Kopenhagen ist 13 Grade Osten vom Londoner Meridian; und die Länge von Philadelphia ist 74 Grad Westen. Wir sezzen hierbey voraus, daß alle Völker, welche wissen, was man unter Länge und Breite versteht, die Breite vom Equator an rechnen, und also die Breite eines jeden Ortes aus der Höhe des Pols über dem Horizonte bestimmen; die Länge aber, da sie von dem Meridian eines gewissen Orts an gerechnet werden muß, von dem Meridian der Hauptstadt ihres eigenen Reichs an rechnen werden.

Nunmehr wollen wir uns bemühen zu zeigen, auf welche Weise man die Länge eines Orts finden kann: ob wir gleich zum Voraus sagen müssen, daß dieses mehrern Schwierigkeiten unterworfen ist. Denn, daß man die Breite eines Ortes leichter finden kann, als seine Länge, rühret daher, daß wir einen festen Punkt oder Pol am Himmel haben, der uns unsere Breite durch seine Erhöhung über den Horizont unsers Ortes anzeiget: hingegen haben wir keinen sichtbaren Meridian am Himmel, der gerade über dem

Meri-

Meridian eines gewissen Ortes der Erde stehet. Denn wäre ein solcher Meridian; so würden die Längen aller übrigen Oerter, die von ihm ablägen, eben so leicht durch ihre Erhöhung über ihre Horizonte gefunden werden können, als ihre Breiten durch die Polhöhe, oder durch die Deklination der Sonne vom Equator. Man hat also versuchet sich auf andere Art zu helfen. Und die beste Methode ist unstreitig die: daß man eine Maschine habe, durch welche man die Zeit genau abmesse; so daß man sich zur See eben so sicher darauf verlassen könne, als auf eine gute Uhr zu Lande. Wir wollen dieses näher erklären. Der Umkreis der Erde ist 360 Grade: und da sie sich in 24 Stunden ostwärts um ihre Achse drehet; so folget, daß sie sich in einer Stunde 15 Grade drehe: denn 24mal 15 macht 360. Es muß daher jeder Ort, dessen Meridian 15 Grade ostwärts vom Londoner Meridian liegt, eine Stunde früher Mittag haben, als die Oerter unter dem Meridian von London. Liegt er 30 Grade ostwärts; so hat er 2 Stunden früher Mittag u. s. f. Denn der Unterschied der Zeit ist für jede 15 Grad Länge allemal eine Stunde. Dagegen muß ein jeder Ort, dessen Meridian 15 Grade westwärts vom Londoner Meridian liegt, eine Stunde später Mittag haben, als unter dem Londoner Meridian. Liegt er 30 Grade westwärts; 2 Stunden u. s. f. Und dieses ist nicht nur vom Mittage, sondern von allen übrigen Stunden zu verstehen. Nun kann ein jeder Schiffer wissen, welche Zeit des Tages es an dem Orte sey, wo

er sich mit seinem Schiffe befindet: es sey nun am Tage durch die Höhe der Sonne; oder bey der Nacht durch einen gegebenen Stern, der in einer ziemlichen Entfernung von einem der beyden Pole steht. Und wenn er alsdann zuvörderst die Breite des Orts, wo er mit seinem Schiffe ist, gefunden hat; so kann er, wofern seine Uhr zuverläßig richtig geht: auf folgende Art auch die Länge bestimmen.

Er segelte nemlich z. B. von London; so stellet er seine Uhr ganz genau nach der wahren Zeit dieses Orts: alsdann mag er segeln, wohin er will; so zeiget ihm seine Uhr jederzeit, wie viel es in London an der Zeit ist. Nun wollen wir annehmen: er segele nach Westindien, und wäre eine Zeitlang westwärts gegangen, müsse aber nunmehr die Länge des Orts wissen, wo er sich mit seinem Schiffe befindet; so nimmt er zuerst die Breite, und sucht dann durch die Höhe der Sonne die wahre Zeit des Orts. Sieht er nun, daß es z. E. neun Uhr des Morgens sey; so wird seine Uhr nach dem Londoner Meridian zwölf Uhr Mittags zeigen. Hiedurch weiß er, daß er drey Stunden nach Westen von London ist. Und da jede Stunde Zeit, mit 15 Grad Länge zutrift; so sieht er, daß er 45 Grad westlicher Länge vom Londoner Meridian ist. So wie nun jede Stunde 15 Grad Länge giebt; so geben jede 4 Minuten einen Grad. Ist er hingegen eben so weit nach Osten gesegelt; so wird der Ort seines Schiffs ihm 3 Uhr Nachmittags angeben, wenn seine Uhr ihm zeigt, daß es in London Mittag ist: und alsdann weiß er, daß er 45 Grad

östlicher

östlicher Länge vom Londoner Meridian sich befindet. Dieses wäre unstreitig die leichteste und sicherste Methode die berühmte Longitude zu finden, wenn nur eine so zuverläßig richtige Uhr, die sich nicht im mindesten veranderte, gemacht werden könnte. Harrison in London verfertigte zwar eine dergleichen, die, so viel man weiß, die beste in ihrer Art war. Und er hat auch einen Theil der, auf die Ausfindung oder vielmehr zuverläßige Bestimmung der Meereslänge, gesetzten Prämie von 20000 ℔. Sterling erhalten. Allein, da man sie auf dem Observatorio zu Greenwich verschiedene Monate probiret hatte, fand man, daß sie doch die Zeit nicht so genau angab, als man es erwärtete. Und überhaupt ist es doch für einem Seefahrer zu gefährlich, sich blos auf seine Uhr zu verlassen: weil eine Abweichung von 4 Minuten ihn schon in seiner Rechnung um einen ganzen Grad irre macht, und zumal in unbekannten Gegenden ihn in Gefahr setzt, Gut, Schiff und Leben zu verlieren.

Eine zweyte, und unstreitig die zuverläßigste Methode, die Longitudinem zu finden, hat man schon seit vielen Jahren gebrauchet: nemlich durch die Verfinsterungen der Trabanten des Jupiters. Allein es finden sich dabey drey Unbequemlichkeiten, weswegen sie zur See nicht die gehörigen Dienste thut. Erstlich muß das Fernrohr, durch welches diese Verfinsterungen beobachtet werden, unbeweglich fest stehen: und solches geht, bey der beständigen Bewegung des Schiffes, nicht an. Zweytens kann man die Beob-

achtungen dieser Verfinsterungen nicht am Tage machen; weil der Jupiter alsdann nicht zu sehen ist: und drittens auch nicht zu aller Zeit im Jahre, weil jährlich eine beträchtliche Zeit verfließt, in welcher der Jupiter ebenfalls nicht sichtbar ist.

Zu Lande ist diese Methode die Longitude zu finden von ungemeinem Nutzen, weil man da das Fernrohr fest stellen kann. Und man verfährt dabey auf folgende Weise: Die Englischen Astronomen haben Tabellen für den Meridian von London: woraus man die Zeit dieser Verfinsterungen durchs ganze Jahr ersehen kann; und die Franzosen haben dergleichen für den Pariser Meridian berechnet. Nun setze man: daß ein Engländer die Verfinsterung eines Jupiterstrabanten zu Kingston auf Jamaika genau um 1 Uhr nach Mitternacht wahrnähme; so findet er in den Tabellen, daß die Verfinsterung des nemlichen Trabanten sich unter dem Londoner Meridian um 6 Uhr 8 Minuten des Morgens eräugnet. Und also ist der Unterschied der Zeit 5 Stunden 8 Minuten, oder 308 Minuten. Da nun eine Zeit von 4 Minuten einen Grad Länge ausmacht, und 308 durch 4 getheilt, 77 giebt; so folget, daß der Meridian von Kingston, 77 Grade westlicher Länge vom Londoner Meridian entfernt sey.

Die dritte Art, die Longitude zu finden, welche hoffentlich mit der Zeit die bequemste und brauchbarste werden wird, ist von den Beobachtungen des Monds hergenommen. Man hat nemlich aus der Bemerkung, daß der Mond alle Tage beynahe $\frac{3}{4}$ Stunden

später

später aufgehe, und folglich seinen Stand gegen diesen oder jenen Fixstern täglich um ein Beträchtliches verändere, geschlossen; daß er dieserwegen zur Bestimmung der Longitude ungemein geschickt sey. Denn, wenn er heute bey einem gewissen Fixstern steht; so ist er morgen oft schon 15 Grade von ihm entfernt. Ob nun gleich die Geschwindigkeit seiner Bewegung uns nicht immer gleich scheint, so hat man es doch schon dahin gebracht, seine wahre Stelle am Himmel täglich auf einen gewissen Meridian, für eine jede Zeit ziemlich genau zu bestimmen. Und um die Observation zu machen verfährt man auf folgende Weise:

Zuerst muß man die Breite des Ortes wissen, wo man sich befindet. Alsdann stellet man eine oder zwo wohlgearbeitete Taschenuhren, mittelst der Sonnenhöhe, nach der wahren Zeit: und diese müsten schlecht gemacht seyn, wenn sie nicht bis an Abend oder vielmehr einige Stunden richtig gehen sollten: wofern man aber hieran zweifelt; so kann man sie durch die Beobachtung eines einzigen Fixsterns zurecht bringen. Denn, da man den Stand der Sonne gegen die Fixsterne, für eine jede Zeit weiß; so kann man auch immer wissen, wie viel es an der Zeit sey.

Nun beobachtet man ganz genau, wann der Rand des Mondes einen bekannten Fixstern deckt; und wann eben derselbe Stern wieder hinter dem Monde hervortritt. (Man könnte dieses mit blossen Augen thun; besser aber ist es, wenn man sich eines kleinen

Hand-Teleskops dazu bedienet.) Dann bemerket man beyde Zeiten ganz genau nach der Uhr, und vergleicht, mittelst der Mondstabellen, die Zeit, wann der Mond eben denselben Stern, an dem Orte des gegebenen Meridians: es mag der Londoner, Pariser, oder ein anderer seyn: decken muß. Alsdann bestimmet der Unterschied der Zeit, wie nach der zweyten Methode, den Unterschied der Länge: so daß 4 Minuten Zeit einem Grade der Länge gleich sind.

Diese Methode die Länge eines jeden Ortes zu finden, wäre unstreitig die beste und brauchbarste für einen Seefahrer; wenn nur erst die Mondstabellen bis zu der Vollkommenheit berechnet wären, daß man den wahren Stand des Mondes für einen jeden Augenblick auf einem gegebenen Meridian bestimmen könnte. Allein dieses ist das grosse Problem, mit dessen Auflösung sich die Astronomen noch jetzt beschäftigen. Zwar hatte der sel. Professor Mayer in Göttingen es schon dahin gebracht, daß seine Tabellen bis zu einer Minute richtig waren, und seine Erben haben auch einen Theil der von den Engländern ausgesetzten Prämie erhalten: so wie ich mich auch erinnere in des sel. Cooks zweyten Reise gelesen zu haben, daß sie, mit Hülfe zwoer guten Taschenuhren, die Länge oft nach den Tabellen bis zu einer Minute bestimmet hätten; allein es ist zum Besten der Schiffahrt zu wünschen, daß man es in der Folge möglich machen könnte, Mondestabellen zu haben, die gar keinem Irrthume unterworfen wären. Zum Beschlusse dieses Kapitels wollen wir den Fehler zeigen,

der

der aus der unrichtigen Berechnung der Tabellen entstehen kann.

Gesetzt, der Mond änderte seine Stelle gegen einen gegebenen Firstern innerhalb 24 Stunden um 12 Grade; so beträgt dieses innerhalb einer Stunde ½ Grad oder 30 Minuten, und in 2 Minuten Zeit, 1 Minute. Hat man sich daher in den Tabellen um eine Minute in der Stelle des Mondes geirret; so veranlasset dieses einen Irrthum in der Zeit, von zwo Minuten, gegen den gegebenen Meridian. Da nun 4 Minuten Zeit einem Grade des Equators, oder 15 deutschen Meilen gleich sind; so ist der Fehler in der Distanz 7½ deutsche, oder 10 Seemeilen.

Das vierzehnte Kapitel.

Von den Finsternissen.

Ein jeder Planet mit seinem Trabanten wird von der Sonne erleuchtet, und wi-ft einen Schatten gegen den Punkt des Himmels, der der Sonne gegenüber ist. Dieser Schatten ist eigentlich weiter nichts als eine Beraubung des Sonnenlichts in demjenigen Raume, wo der undurchsichtige Körper die Strahlen derselben auffängt oder unterbricht. Wenn das Sonnenlicht auf die Art vom Monde unterbrochen wird, so daß diesem oder jenem Orte der Erde die Sonne zum Theil oder ganz bedeckt zu seyn scheint; so sagt man: sie wird verfinstert; obgleich, eigentlich

zu reden, es nur eine Verfinsterung des Theils der Erde ist, worauf der Schatten des Mondes fällt. Hingegen, wenn die Erde zwischen die Sonne und den Mond kommt; so fällt der Mond in den Schatten der Erde, und leidet, weil er von sich selbst kein Licht hat, durch die Unterbrechung der Sonnenstrahlen, eine wirkliche Verfinsterung. Wofern der Mond bewohnt ist; so sehen diejenigen, welche auf seiner der Erde zugekehrten Seite wohnen, zur Zeit einer Sonnenfinsterniß, den Schatten des Mondes gleich einem dunkeln Flecken über die Erde gehen, und zwar ohngefähr zweymal so geschwind, als ihre Equatorealtheile sich bewegen, und auch nach ebenderselben Richtung. Bey einer Mondfinsterniß hingegen, scheint ihnen die Sonne verfinstert zu seyn, und zwar an allen denjenigen Oertern total, auf welche der Erdschatten fällt, und auch so lange Zeit, als sie im Schatten sind. Wären die Sonne und die Erde gleich groß; so würde der Schatten der Erde sich unendlich weit erstrecken, und allenthalben gleich stark seyn: und der Mars würde in jedem seiner Knoten, wenn er der Sonne gegenüber stünde, verfinstert werden. Wäre die Erde grösser als die Sonne; so würde ihr Schatten an Stärke zunehmen, jemehr er sich ausbreitet, und würde die grossen Planeten Jupiter und Saturn mit allen ihren Monden verfinstern, wenn sie der Sonne gegenüber wären.

Da aber Mars in der Opposition niemals in den Erdschatten fällt: ob er gleich alsdann nicht über 9 Millionen Meilen von der Erde entfernt ist; so ist es

klar, daß die Erde viel kleiner sey als die Sonne, weil ihr Schatten sich in dieser unbeträchtlichen Weite sonst nicht in einen Punkt endigen könnte.

Wäre die Sonne und der Mond gleich groß: so würde der Schatten des Mondes in gleicher Breite zur Erde gehn, und einen Theil ihrer Oberfläche von mehr als 430 Meilen in der Breite bedecken; selbst wenn er, vom Monde gesehen, gerade auf den Mittelpunkt der Erde fiele. Fiele er aber schief darauf; so würde er noch viel grösser seyn. Dagegen ist aber der Mondesschatten selten über 32 Meilen auf der Erde breit, ausgenommen, wenn er bey totalen Sonnenfinsternissen ganz schief auf die Erde fällt. Bey ringförmigen Finsternissen endiget sich der wirkliche Schatten, in einiger Entfernung von der Erde in einem Punkt. Dieser geringe Abstand des Mondes von der Erde, und die Kürze seines Schattens beweisen also, daß der Mond kleiner sey als die Sonne. Und da der Schatten der Erde breit genug ist den Mond zu bedecken, selbst wenn sein Durchmesser dreymal so groß wäre (welches aus der langen Dauer klärlich erhellet, die der Mond in dem Erdschatten verbleibt, wenn er durch den Mittelpunkt desselben geht); so folget, daß die Erde viel grösser sey als der Mond.

Obgleich alle undurchsichtige Körper, die von der Sonne beschienen werden, ihren Schatten haben; so ist dennoch der Körper der Sonne, und der Abstand der Planeten so groß, daß die ersten Planeten sich niemals verfinstern können. Ueberhaupt wäre es

auch nur in Ansehung des ersten gegen den zweyten, oder den, der ihm der nächste ist, möglich: in keinem andern Stande aber, als wenn sie in Opposition oder Conjunktion mit der Sonne sind. Die ersten Planeten kommen selten in diese Lage, die Sonne und der Mond aber jeden Monat. Hieraus sollte man schliessen, daß diese beyden Lichter jeden Monat müsten verfinstert werden. Allein man hat im Verhältniß der Anzahl der Neu- und Vollmonde nur wenige Finsternisse. Wir wollen die Ursache davon nunmehr erklären.

Träfe die Bahn des Mondes mit der Fläche der Ekliptik, in welcher die Erde sich stets beweget, und die Sonne sich zu bewegen scheint, in gleicher Lage zusammen; so würde der Schatten des Mondes bey jedem Wechsel auf die Erde fallen, und die Sonne an unterschiedlichen Oertern der Erde verfinstern. Auf gleiche Art würde der Mond durch die Mitte des Erdschattens gehen, und bey jedem Vollmond verfinstert werden: nur mit dem Unterschiede, daß er über $1\frac{1}{2}$ Stunden ganz; die Sonne hingegen, durch die Dazwischenkunft des Mondes niemals mehr als 4 Minuten verfinstert werden würde. Allein die eine Hälfte der Mondsbahn ist $5\frac{1}{3}$ Grad über die Ekliptik erhoben, und die andere Hälfte ist eben so tief unter derselben: folglich durchschneidet die Mondsbahn die Ekliptik in zweenen Punkten, die, wie wir bereits im vorhergehenden gemeldet haben, Knoten des Mondes genennet werden. Wenn diese Punkte beym Neu- und Vollmond mit dem Mittelpunkte der

Sonne in gerader Linie sind; so stehen Sonne, Mond und Erde in gerader Linie. Und wenn alsdann Neumond ist; so fällt sein Schatten auf die Erde: ist es aber Vollmond; so fällt der Erdschatten auf ihn. Sind Sonne und Mond zur Zeit ihrer Conjunktion, mehr als 17 Grade von einem der beyden Knoten; so ist der Mond alsdann überhaupt entweder zu niedrig, oder zu hoch auf seiner Bahn, um einen Schatten auf die Erde werfen zu können. Und wenn die Sonne, zur Zeit des Vollmondes, mehr als 12 Grade von einem der Knoten ist; so steht der Mond gleichfalls zu hoch oder zu niedrig, als daß er durch den Erdschatten gehen könnte. In beyden Fällen eräugen sich alsdann keine Finsternissen. Ist der Mond hingegen zur Zeit seiner Conjunktion, weniger als 17 Grade von einem der beyden Knoten; so fällt sein Schatten oder Halbschatten auf die Erde, nachdem er weniger oder mehr innerhalb dieser Gränze ist *). Ist er aber in der Opposition weniger als 12 Grade von einem der Knoten; so geht er durch einen grössern oder kleinern Theil des Erdschattens, nach dem Maase er mehr oder weniger daran gränzt. Da nun

Tab. VII. fig. 3.

*) Unterweilen ist hierbey einige Abänderung: denn bey einer Finsterniß im Apogäo ist die Sonnengränze nur 16 und ein halb Grade; und im Perigäo 18 und ein drittel. Ist der Mond im Apogäo voll; so wird er schon, wenn er innerhalb 10 und ein halb Grad des Knotens ist, verfinstert: und wenn er im Perigäo voll ist; so wird er schon innerhalb 12 und ein dreyßigstel Grad des Knotens verfinstert.

seine Bahn 360 Grade enthält, von welchen 17 die Gränze einer Sonnenfinsterniß an jeder Seite der Knoten, und 12 die Gränze einer Mondfinsterniß bestimmen: dieses aber nur einen kleinen Theil der Bahn ausmacht, und die Sonne gewöhnlich auch nur zweymal im Jahre bey diesen Knoten vorüber gehet; so ist es kein Wunder, daß wir so viele Neu- und Vollmonde, und dagegen so wenige Finsternissen haben. Dieses wären also die ersten allgemeinen Begriffe von den Sonnen- und Mondfinsternissen: jetzt wollen wir die Sache durch beygefügte Figur näher erklären.

Tab. VII. fig. 3. Es sey also S. die Sonne, M. der Mond, und E. die Erde: a. b. c. d. die Bahn des Mondes, auf welcher er sich nach der Ordnung der Buchstaben bewegt; und C. b. d. D. ein Theil der Erdbahn, auf welcher sie in der Richtung C. D. fortgeht.

Ist der Mond in M.; so haben wir Neumond; und in m. Vollmond. Nun ziehe man eine gerade Linie A. e. E. von dem östlichen Rande der Sonne hart an den östlichen Rand des Mondes zur Erde E. und eine zweyte gerade Linie B. e. E. von dem westlichen Rande der Sonne, hart an den westlichen Rand des Mondes, zur Erde E. und stelle sich vor, daß diese Linien sich um die Mittellinie F. M. E. herumdrehen, und daß der Raum e. e. innerhalb derselben, zwischen dem Monde und der Erde, den dunkeln Schatten des Mondes, der in einer kugelförmigen Figur blos den kleinen Theil der Oberfläche der Erde in E. bedeckt, einschliesse: daß folglich blos diesem

kleinen

kleinen Theile die Sonne völlig vom Monde bedeckt werde und gänzlich verfinstert zu seyn scheine; und es daher auch nur an diesem Orte allein ganz dunkel seyn könne, weil der Mond in dem Augenblicke keinem andern Theile der Erde das Sonnenlicht gänzlich verbirgt. Man siehet hieraus, daß, wenn der Mond der Erde näher wäre, sein dunkler Schatten einen grössern Theil der Oberfläche der Erde bedecken würde. Und wäre er weiter von der Erde; so würde sich sein Schatten, hart an der Oberfläche derselben, in einen Punkt endigen. Alsdann aber könnte er keinem Theile der Erde den ganzen Körper der Sonne verbergen; sondern diejenigen, die gerade unter diesem Punkte wohnen, würden den Rand der Sonne gleich einem schmalen erleuchteten Ringe, rund um den dunkeln Körper des Mondes herum erblicken.

Ob nun gleich der Mond blos einem kleinen Theile der Erde das Sonnenlicht zu dieser oder jener Zeit gänzlich verdecken kann, wenn sie auf die Art vom Monde verfinstert zu seyn scheint; so wird dennoch in allen solchen Finsternissen, einem sehr grossen Theile der Oberfläche der Erde die Sonne mehr oder weniger bedeckt. Denn, wenn man die gerade Linie A. f. o. von dem östlichen Rande der Sonne, hart an dem westlichen Rande des Mondes vorbey, zur Erde in o. zieht, und die zweyte B. f. n. von dem westlichen Rande der Sonne, an den östlichen Rand des Mondes nach n. zieht: und sich alsdann vorstellet, daß diese beyden Linien A. f. o. und B. f. n. sich um die Mittellinie F. M. E. bewegen; so

werden ihre Enden n. und o. einen grossen Zirkel auf der Oberfläche der Erde, rund um E. beschreiben: in welchem ganzen Zirkel die Sonne mehr oder weniger durch den Mond M. verfinstert, erscheinen wird, nachdem die Oerter, die in diesem Zirkel liegen, mehr oder weniger von dem Mittelpunkte E., wohin der dunkle Schatten fällt, entfernt sind. Denn, wenn der Mond in M. ist; so wird ein Beobachter auf der Erde in n. wahrnehmen, daß der östliche Rand des Mondes den westlichen Rand der Sonne in B. gleichsam eben berühre: so wie ein Beobachter in o. sehen wird, daß der westliche Rand des Mondes den östlichen Rand der Sonne so eben berühret. Den Oertern zwischen n. und o. aber wird der Mond die Sonne zum Theil oder ganz verdekken, nach dem Maase sie zwischen n. und E., oder zwischen o. und E., oder gerade in E. liegen. Man nennet diesen schwachen Schatten, der rund um den dunkeln liegt, von n. bis o., den Halbschatten, oder einen Theil des Mondschattens. Fällt der Mittelpunkt dieses Schattens in gerader Linie vom Centro der Sonne zum Centro der Erde; so bedeckt er eine Strecke der Oberfläche der Erde, deren Durchmesser ohngefähr 1000 Meilen groß ist. Fällt er aber schief auf die Erde; so ist seine Figur elliptisch; und alsdann ist die Weite, die er bedeckt, noch grösser: vornemlich wenn der Mond zu der Zeit in seiner kleinsten Entfernung von der Erde ist. Denn, weil die Bahn des Mondes eine Ellipse, oder eyförmig ist: und jede Ellipse zween Mittelpunkte, oder wie

man sie gewöhnlich nennet, Focos hat, welche zwischen der Mitte und den Enden ihres längsten Durchmessers liegen: der Mittelpunkt der Erde aber einer von diesen Centris ist; so folgt, daß der Abstand des Mondes von der Erde nicht allemal gleich seyn kann. Wenn man also sagt: der Mond wäre 52000 Meilen von der Erde entfernt; so versteht man darunter seinen mittlern Abstand. Wird die Sonne in der kleinsten Entfernung des Mondes verfinstert, so daß die Oberfläche der Erde durch den dunkeln Schatten des Mondes bedeckt wird; alsdann ist der Durchmesser der Weite, wo die Sonne ganz verfinstert zu seyn scheint, ohngefähr 40 Meilen: und über diese Strecke geht der dunkele Schatten des Mondes in $4\frac{1}{2}$ Minuten. Er würde noch geschwinder darüber gehen, wenn nicht die Umwälzung der Erde um ihre Achse von Westen nach Osten (folglich in gleicher Richtung als der Mondsschatten) die Stelle, auf welche der Schatten fällt, länger in diesem Schatten hielte, als sonst geschehen würde, wenn die Erde solche Bewegung nicht hätte. Länger als $4\frac{1}{2}$ Minuten aber ist keine totale Sonnenfinsterniß an einem Orte des Erdbodens möglich; selbst wenn sie auch beym Equator fällt, wo doch die Theile der Oberfläche die schnelleste Bewegung haben. Und in unsern nordlichen Gegenden dauret sie nicht einmal so lange; weil wir dem Pole soviel näher sind, und folglich langsamer herumgehen.

Nun müssen wir noch die Ursachen der Mondesfinsternisse erklären:

Man ziehe in der vorigen Figur die gerade Linie A. g. c. von dem östlichen Rande der Sonne, hart an den östlichen Rand der Erde bis in g.; und die zweyte gerade Linie B. h. k. von dem westlichen Rande der Sonne, an den westlichen Rand der Erde bis in K.; und nehme an; daß diese beyden Linien sich um die Mittellinie F. M. m. herumdrehen; alsdann werden sie den Raum einschliessen, der mit dem Erdschatten g. c. k. h. angefüllet ist. Denn man sieht klar: daß, wenn der Mond auf seiner Bahn in m. ist, er von dem Schatten der Erde gänzlich bedeckt und verfinstert werden müsse; weil die Erde zwischen der Sonne und ihm stehet.

Daß man den Mond bey einer totalen Verfinsterung, noch immer gleichsam als mit einer Kupferfarbe überzogen, erblicket, rühret von unserer Atmosphäre her. Denn alle Sonnenstrahlen, welche rund um die Erde, innerhalb der Gränze g. h. von Licht und Dunkel, durch die Atmosphäre fallen, werden von derselben gegen die Mitte des Erdschattens einwärts gebogen. Und diese Strahlen fallen, mit dem Schatten vermischt, auf den Mond, und erleuchten ihn in einem gewissen geringen Grade. Alsdann wirft der Mond diese Strahlen wieder zur Erde zurück. Und aus der Ursache ist er uns noch auf gewisse Art sichtbar. Denn hätte die Erde keine Atmosphäre; so würde ihr Schatten ganz dunkel, und der Mond, wenn er völlig eingetreten ist, eben so unsichtbar als zur Zeit des Neumondes seyn.

Das

Das funfzehnte Kapitel.

Von dem Durchgange der Venus durch die Sonne: und in wiefern der Abstand der Planeten von der Sonne daraus zu beweisen sey.

Wir werden hier vornemlich von dem Durchgange in Anno 1761 reden, weil er über unserm Horizonte beynahe vom Anfange bis zu Ende sichtbar war. Und aus eben diesem Durchgange werden wir was schon im vorhergehenden gesagt ist, zu beweisen suchen: daß nemlich der Abstand der Planeten von der Sonne: so ungeheuer groß er auch scheinen mögte: doch noch zu klein angenommen sey.

Ehe wir aber zu diesem Beweise gehen, müssen wir bemerken, daß die Figuren 1 und 2 nicht in der gehörigen Proportion haben gezeichnet werden können. Und man muste eine Wahrheit aufopfern, um eine andere begreiflich zu machen. Denn hätten wir die Planeten nicht grösser gezeichnet, als sie im Verhältniß ihrer Entfernung von der Sonne wirklich sind; so würden sie nichts als blosse Punkte geworden seyn; und der gröste Bogen Papier wäre zu klein gewesen, um die Linien des Abstandes darauf zu ziehen. Es war also, zur deutlichen Erklärung dieser Materie, nothwendig, sowohl die Planeten grösser zu zeichnen, als auch die Linien ihrer Entfernung abzukürzen; weil wir sonst die Würkungen, die von den verschie-

Tab. IX.

denen

denen Bewegungen der Planeten entstehen, nicht hätten verständlich machen können.

Der Durchmesser der Erde ist in Vergleichung des Abstandes der Sonne, nichts weiter als ein Punkt. Und wenn daher die Sonne zu gleicher Zeit von zweenen Beobachtern an den entgegenstehenden Seiten der Erdkugel betrachtet würde; so müste ihr Mittelpunkt allen beyden, in einem und ebendemselben Punkte des Himmels erscheinen. Wenn aber die Venus zwischen die Erde und die Sonne kommt; so ist ihr Abstand von der Erde zwischen drey und viermal geringer als der Abstand der Sonne von der Erde. Und wenn daher die Venus von zweenen Beobachtern auf der Erde, die in einer grossen Entfernung von einander sind, gesehen wird; so erscheint sie jedem von ihnen, in ebendemselben Augenblicke, an verschiedenen Stellen, auf der Oberfläche der Sonne.

Es sey also S. die Sonne, V. die Venus, und A. B. D. E. die Erde. Nun nehme man an: der eine Beobachter stünde in A.; der zweyte in B. und der dritte in D. Alle drey aber beobachteten die Venus zu einer gleichen absoluten Zeit; so wird dem Beobachter in A. die Venus auf der Sonne in F. erscheinen, in der Richtung der geraden Linie A. V. F. worinn er sie siehet. Dem Beobachter in B. wird sie auf der Sonne in G. erscheinen, nach der geraden Linie B. V. G.; und dem Beobachter in D. wird die Venus auf der Sonne in H. erscheinen, weil er sie in der geraden Linie D. V. H. siehet. Oder wenn

man annimmt: die Venus stünde stille in V., während der Zeit der Beobachter in A. durch die Umdrehung der Erde um ihre Achse, durch den Bogen A. B. D. von A. nach D. geführet wird; so ist klar: daß es diesem Beobachter scheinen wird, als habe sich der Planet V. an der Sonne von F. nach H. durch den Raum F. G. H. bewegt.

Nun wollen wir setzen: die Erde a. b. d. e. sey der Sonne S. näher. In diesem Falle wird die Venus V. der Erde auch verhältnißmäßig näher seyn; und der Bogen a. b. d., durch den der Beobachter herumgeführet worden, wird eine grössere Proportion zu der Entfernung der Venus von der Erde in Fig. 2. haben, als eben derselbe Bogen A. B. D. zu der Entfernung der Venus V. von der Erde in Fig. 1. gehabt hat: so daß, wenn der eine Beobachter in a. ein zweyter in b., und ein dritter in d. gestellet wäre; so würde der Beobachter in a. die Venus an der Sonne in f., der in b., die Venus in g., und der in d. würde sie in h. erblicken, und zwar alle zu einer und eben derselben Zeit. Oder: wenn die Venus in u. stille stünde, während daß der Beobachter in a. durch die Bewegung der Erde von a. nach d. geführet wird; so würde es ihm vorkommen, als wenn sich die Venus in der Zeit an der Sonne von f. nach h. beweget hätte. Nun ist aber die Weite f. g. h. in Fig. 2. länger, als die Weite F. G. H. in Fig. 1. Daraus folget: daß, je näher die Erde der Sonne ist; desto grösser ist die Weite, durch welche Venus, vermöge der wirklichen Bewegung des Beobachters

mit der Erde, in einer gegebenen Zeit vor der Sonne vorüber zu gehen scheint: und je weiter die Erde von der Sonne, desto kleiner ist die Weite, durch welche sie in derselben Zeit mittelst der wirklichen Bewegung des Beobachters vor der Sonne überzugehen scheint.

Und folglich: da die Venus sich wirklich auf ihrer Bahn in der Richtung T. U. W., Fig. 1., oder t. u. W., Fig. 2. bewegt, während daß der Beobachter mit der Erde von A. nach D. oder von a. nach d. herumgeführet wird; so ist klar: daß die Venus geschwinder über die Sonne sich zu bewegen scheinen muß, wenn der Abstand der Erde von der Sonne nur so groß als b. u. s. in Fig. 2., als wenn er so viel grösser wie B. U. S. in Fig. 3. ist: und daß folglich die ganze Dauer ihres Durchganges kürzer seyn müsse, wenn der Abstand der Erde von der Sonne nur wie b. u. s., als er seyn würde, wenn der Abstand grösser wäre, wie B. U. S.

Nunmehr müssen wir zur Erklärung der 3ten Figur übergehen, wo wir setzen: daß a. b. c. d. die Erde, V. die Venus, und S. die Sonne sey. Die Erde drehet sich ostwärts um ihre Achse in der Richtung a. b. c. d.; und die Venus geht auf ihrer Bahn in der Richtung E. V. e.

Nun wollen wir annehmen: die Erde wäre durchsichtig wie Glas, und es stünde jemand im Mittelpunkte derselben, und betrachtete die Sonne S., während der Zeit die Venus sich auf ihrer Bahn von F. nach f. durch die Weite F. G. V. g. f. bewegte; so

könnte

könnte in diesem Fall die Umdrehung der Erde um ihre Achse keine Würkung auf diesen Beobachter haben, weil sie ihn nach keiner Seite von C. wegführete. Denn, wenn die Venus auf ihrer Bahn in F. wäre; so würde sie ihm eben in der Sonne in K. erscheinen; das ist: in ihrer ersten inneren Berührung des östlichen Randes der Sonne. Gienge sie weiter auf ihrer Bahn von F. nach f.; so würde sie ihm von K. nach L. in der Linie K. k. L. vor der Sonne überzugehen scheinen: welche Linie die Linie des Durchganges über die Sonne genennet wird. Und wenn sie auf ihrer Bahn in f. wäre; so würde sie ihm in der Sonne in L. erscheinen, eben da sie im Begriff ist den westlichen Rand der Sonne zu verlassen; oder in ihrer letzten inneren Berührung des westlichen Randes der Sonne. Wir wollen dieses nochmals kürzlich wiederholen. Wenn der Durchgang der Venus aus dem Mittelpunkte der Erde C. gesehen werden könnte; so würde sie von F. nach f. auf ihrer Bahn fortgehen: während der Zeit sie sich vor der Sonne von K. nach L. zu bewegen scheint; oder von ihrer ersten bis zu ihrer letzten inneren Berührung. Denn, wenn die Venus auf ihrer Bahn in F. ist; so steht sie am Rande der Sonne in K., weil sie vom Centro der Erde C. in der geraden Linie C. F. K. gesehen wird. Und wenn sie auf ihrer Bahn nach f. kommt; so verläßt sie die Sonne in L., weil sie in der geraden Linie C. f. L. gesehen wird.

Nun wollen wir setzen: der Beobachter stünde auf der Oberfläche der Erde in a., und würde in der

Zeit, daß die Venus auf ihrer Bahn von F. nach f. fortgeht, durch die Umdrehung der Erde um ihre Achse von a. nach b. fortgeführet: ist die Venus in F.; so scheint sie dem Beobachter im Mittelpunkte der Erde C. vor der Sonne in K.; allein dem Beobachter auf der Oberfläche in a. ist sie noch nicht in die Sonne eingetreten, weil er sie, wenn sie am Himmel sichtbar wäre, in der Linie A. F. H. ostwärts von der Sonne erblicken würde. Und sie muß zuvor auf ihrer Bahn von F. nach G. fortgehen, ehe er sie vor der Sonne in K., nach der geraden Linie a. G. K. sehen kann. Ihr Durchgang muß also dem Beobachter in a. um soviel später eintreten, als dem in C., um soviel die Zeit beträgt, in welcher sie auf ihrer Bahn von F. nach G. fortrückt.

Wenn die Venus auf ihrer Bahn nach g. kommt; so ist der Beobachter schon durch die Bewegung der Erde beynahe von a. nach b. herumgeführet: und alsdann sieht er sie in der Linie b. g. L., da sie die Sonne eben in L. verläßt. Wird sie hingegen vom Mittelpunkte der Erde gesehen; so muß sie schon von g. nach f. auf ihrer Bahn fortgegangen seyn, ehe sie die Sonne in L. verläßt, oder ehe sie in der geraden Linie C. f. L. gesehen werden kann: alsdann aber würde sie dem Beobachter in b. schon in der Linie B. f. I., nach Westen von der Sonne erscheinen, wenn er sie sehen könnte. Die ganze Dauer des Durchganges von K. nach L. ist demnach dem Beobachter, der sich von a. nach c. bewegt, kürzer, als dem der sie (wie wir angenommen haben) im Mittelpunkte

punkte der Erde C. beobachtet. Denn dem erstern, bewegt sie sich, während der Zeit, daß sie von K. nach L. vor der Sonne übergeht, auf ihrer Bahn nur von G. nach g.; dagegen sie sich dem letztern auf ihrer Bahn von F. nach f. bewegen muß, ehe sie ihm von K. nach L. übergeht.

Folglich: je näher die Erde der Sonne ist; je grösser ist der Unterschied der Zeit des Durchganges der Venus von K. nach L., wenn man sie von der Oberfläche der Erde; oder wenn man sie aus dem Mittelpunkte derselben betrachtet. Und je weiter die Erde von der Sonne ist; je kleiner ist der Unterschied der Zeit des Durchganges zwischen der Beobachtung auf der Oberfläche, und im Mittelpunkte der Erde.

Die Ursache, weswegen wir uns einen Beobachter im Mittelpunkte der Erde denken, der den Durchgang der Venus von daher betrachtet, ist diese: weil in den astronomischen Tabellen die Bewegungen der Planeten so berechnet sind, als sie von einem Beobachter würden gesehen werden, der ruhig auf einer Stelle bliebe. Denn da die scheinbare Breite der Sonne sowohl als die Zeit, in welcher die Venus um die Sonne läuft, bekannt sind; so ist es leicht zu berechnen, in wie viel Zeit die Venus einen Raum durchläuft, der der Breite der Sonne gleich ist: wenn derjenige, der dieses beobachtet, unveränderlich auf seiner Stelle bleibt: oder, welches eben soviel ist, wenn der Beobachter im Mittelpunkte der Erde steht. Und alsdann ist es bey jeder Entfernung der Erde

von der Sonne, leichter zu berechnen: wie viel die Währung des Durchganges, durch die Bewegung eines Beobachters verkürzt wird, der auf der Oberfläche der Erde, an der der Venus zunächst liegenden Seite steht, und sich in einer dem Laufe der Venus entgegengehenden Richtung beweget; gegen die Währung des Durchganges für einen Beobachter im Mittelpunkte der Erde, oder selbst an ihrer Oberfläche, wenn sie keine Bewegung um ihre Achse hätte: als in welchem Fall der Beobachter an der Oberfläche ebenfalls in Ruhe bliebe.

Weil aber der Beobachter an der Oberfläche wirklich in Bewegung mit der Erde ist, wenn er die Dauer des Durchganges beobachtet, und weiß, wie viel sie ihm kürzer erscheint als sie würde gethan haben, wenn er in Ruhe gewesen wäre; so kann dadurch die Entfernung der Erde von der Sonne gefunden werden; welche, wie bereits angeführet, nach dem Resultate der verschiedenen Beobachtungen dieses Durchganges der Venus zwischen 20 und 21 Millionen Meilen ist geschätzet worden. Da nun die relativen Weiten der Planeten von der Sonne, aus den bestimmten Gesetzen der Natur, und aus ihren Beobachtungen längst bekannt sind; so wird der Abstand der übrigen Planeten von der Sonne folgendes Verhältniß haben.

Gesetzt: der Abstand der Erde von der Sonne wäre in 100000 gleiche Theile getheilet (diese Theile mögen übrigens so viele Meilen enthalten als sie wollen); so ist der Abstand

des Merkurius von der Sonne gleich 38,710 dieser Th.
der Venus — — 72,333 —
des Mars — — 152,369 —
des Jupiters — — 520,096 —
des Saturns — — 954,006 —
Und da die Zahl der Meilen dem Verhältnisse der Zahl der Theile gleich ist: und die 100000 Theile des Abstandes der Erde von der Sonne zwischen 20 bis 21 Millionen betragen; so verhält sich die Zahl der Theile der übrigen Planeten zu der Zahl ihrer Meilen nach ebenderselben Proportion.

Es wäre zu wünschen, daß alle Beobachtungen dieses Durchganges der Venus, die man in verschiedenen Gegenden Europens anstellete, so übereinstimmen mögten, daß einerley Resultate herauskämen. Allein es scheint, daß die Erfüllung dieses Wunsches vornemlich durch zwo Ursachen sey verhindert worden: erstlich, dadurch, daß der Unterschied der Longitude in Ansehung der Oerter, wo man die Observationen anstellete, noch nicht genau genug bestimmet gewesen; und zweytens, daß von allen Beobachtern nicht einerley Teleskope gebrauchet worden sind. Denn das ist unläugbar, daß diejenigen, die die stärksten Vergrösserungsgläser braucheten, den Augenblick der inneren und äusseren Berührungen des Planeten accurater bemerken konnten, als diejenigen, welche sich schwächerer Gläser bedieneten. Indessen sind die Observationen des zweyten Durchganges von Anno 1769 mit aller möglichen Genauigkeit angestellet worden: und das Resultat von allen hat es bestätiget, daß der Ab-

 stand

stand der Erde von der Sonne nicht unter 20 und nicht über 21 Millionen Meilen sey.

Der nächste Durchgang der Venus begiebt sich in Ao. 1874. Man sollte fast denken, daß dieses öfterer geschehen müste; da man weiß, daß sie jedesmal innerhalb 584 Tagen einmal zwischen der Erde und der Sonne durchgeht. Es würde auch so seyn, wenn ihre Bahn mit der Bahn der Erde in einerley Fläche läge: so wie ein Zirkel, den man innerhalb eines andern auf ein flaches Papier zeichnet. Allein die eine Hälfte der Bahn der Venus liegt an der Norderseite der Erdbahn, und die andere Hälfte an der Süderseite derselben: so daß ihre Bahn die Bahn der Erde in 2 entgegenstehenden Punkten kreuzet. Und aus der Ursache kann die Venus nur alsdann gerade zwischen der Erde und Sonne durchgehen, wenn sie zur Zeit ihrer Conjunktion mit der Sonne, innerhalb oder nahe bey einem dieser Punkte ist. Zu jeder andern Zeit geht sie entweder oberhalb oder unterhalb der Sonne weg, und ist alsdann unsichtbar; weil sie ihre dunkele Seite der Erde zukehrt.

Wir haben noch vergessen, die beyden Linien N E. K. und n. e. L. zu erklären. Gesetzt: ein Beobachter in N. an der Seite der Erde, die am weitesten von der Venus ist, würde in derselben Richtung, in welcher sich die Venus auf ihrer Bahn von E. nach e. bewegt, mit der Erde von N. nach n. fortgeführet: und ein zweyter Beobachter in a. würde in gleicher Zeit, in einer Richtung, die dem Laufe der Venus auf ihrer Bahn entgegen ist, von a. nach b.

fort-

fortgeführet; so wird die Währung des Durchganges dem Beobachter, der von N. nach n. geführet worden, länger seyn, als einem Beobachter im Centro der Erde C. Denn, wenn die Venus auf ihrer Bahn in E. ist; wird sie von N. in der geraden Linie N. E. K. gesehen, vor der Sonne in K. erscheinen. Hingegen muß sie von E. nach F. gehen, ehe sie von C. in der geraden Linie C. F. K. vor der Sonne gesehen werden kann. Und wenn sie von C. in der geraden Linie C. f. L. gesehen wird; so verläßt sie, wenn sie auf ihrer Bahn in f. ist, die Sonne eben in L. Soll aber der Beobachter in n., der während der Zeit, daß die Venus auf ihrer Bahn von E. nach e. geht, durch die Umdrehung der Erde um ihre Achse von N. nach n. fortgeführet worden, sie in dem Augenblicke wahrnehmen, da sie die Sonne verläßt; so muß sie schon von f. nach e. fortgerücket seyn: so daß die sichtbare Währung ihres Durchganges dem Beobachter länger seyn wird, der von N. nach n. fortgeführet worden, als dem der in Ruhe ist: und kürzer dem andern, der von a. nach b. ist geführet worden.

Aus diesem Unterschiede der sichtbaren Währungen des Durchganges der Venus kann der Abstand der Erde von der Sonne mit grösserem Vortheile hergeleitet und gefunden werden, als wenn die Beobachtungen nur allein an der Seite der Erde, die der Venus während ihres Durchganges am nächsten liegt, angestellet werden. Der grosse Mann, der diese Methode, den Abstand der Erde von der Sonne aus

dem Durchgange der Venus zu beweisen, zuerst erfand, war der berühmte Doktor Halley. Und da er wuste, daß er nach dem gewöhnlichen Laufe der Natur nicht so lange leben würde, diesen Durchgang selbst zu sehen; so empfahl er allen künftigen Astronomen, denselben nach seinem Tode, mit möglichstem Fleisse zu beobachten. Zu dem Ende übergab er der Königlichen Societät der Wissenschaften eine Schrift, worin er alles ausführlich aufgezeichnet hatte; und die Societät machte diese Schrift kurz nachher in den Philosophical Transactions öffentlich bekannt.

Vom

Vom Gebrauch

der

Erd- und Himmels-Kugel.

Allgemeine Einleitung.

Wenn man auf einer Kugel eine ganz akkurate Welt-Charte zeichnet, so stellet die Oberfläche derselben die Obarfläche der Erde vor: denn die höchsten Berge sind im Verhältniß gegen den ganzen Körper der Erde so unbeträchtlich, daß sie seiner Ründe nicht mehr benehmen, als Sandkörner der Ründe einer künstlichen Erdkugel; indem der Umkreiß der Erde 5400 Meilen, und kein bekannter Berg über $\frac{3}{4}$ Meilen senkrecht hoch ist.

Daß die Erde die Figur einer Kugel habe, erscheinet daraus:

1) Weil sie bey einer Mondfinsterniß allemal einen runden Schatten auf den Mond wirft, sie mag ihm, welche Seite sie wolle, zukehren.

2) Weil verschiedene Seefahrer rund um ihr gesegelt sind.

3) Weil man weiter sehen kann, je höher man steht. Und

4) Weil man den Mast eines Schiffes eher siehet, als den Körper desselben, indem solcher durch die runde Oberfläche des Wassers alsdenn noch verdeckt wird.

Die anziehende Kraft der Erde ziehet alle Körper ihrer Oberfläche zum Mittelpunkte derselben; denn man siehet, daß sie jedesmal in einer Linie niederfallen, die dem Orte, wo sie fallen, senkrecht ist; selbst wenn sie an der entgegenstehenden Seite der Erde, und folglich in entgegenstehender Richtung in die Höhe geworfen worden. So daß die Erde einem grossen Magnet zu vergleichen, der, wenn er

in

in Eisenfeilstaub herumgewälzet wird, solches an allen Seiten seiner Oberfläche an sich ziehet und fest hält.

Aus dieser Ursache kann kein Körper weder von dieser noch von jener Seite der Erde abfallen, weil sie alle zum Mittelpunkte derselben angezogen werden.

Der Himmel, oder das Firmament, umgiebt die ganze Erde; und wenn wir sagen **oben** oder **unten**, so verstehen wir dieses bloß in Absicht unserer; denn kein Punkt, weder am Himmel noch auf der Erde, ist oben oder unten, als nur in Absicht auf uns selber. Wir mögen daher stehen auf welcher Stelle der Erde wir wollen, so stehen unsere Füsse gegen den Mittelpunkt der Erde, und unser Kopf gegen den Himmel: und alsdenn sagen wir, was gegen den Himmel ist, ist oben: und was gegen die Erde ist, ist unten.

Einem Beobachter, der im unendlichen Raume, wo nichts seinen Gesichtskreiß begränzt, gestellet worden, dünken alle entfernte Gegenstände in gleichen Weiten von ihm zu seyn, und scheinen ihm gleichsam in einer grossen holen Kugel eingeschlossen, deren Mittelpunkt sein Auge ist. Es kann aber jeder Astronom beweisen: daß der Mond uns viel näher sey als die Sonne; daß einige Planeten oftmals näher, und oftmals weiter von uns sind, als die Sonne; daß andere uns niemals so nahe kommen, als die Sonne stets ist; daß der entfernteste Planet unsers Systems uns ungleich näher sey, als einer von den Fixsternen; daß es höchst wahrscheinlich, daß einige Sterne unendlich viel weiter von uns sind, als andere; dennoch scheinen alle diese Himmelskörper in gleichen Weiten von uns zu stehen.

Wenn

Wenn wir uns daher eine grosse hohle Glaskugel denken, an deren innern Seite eben so viele glänzende Punkte befestiget wären, als sichtbare Sterne am Himmel sind, und diese Punkte wären von unterschiedlicher Grösse, und in eben solchen Weiten von einander gestellet, als die Sterne; so würde diese Hohlkugel, einem Auge, das im Mittelpunkt derselben stünde, und rund um sich herum schauete, eine genaue Abbildung des gestirnten Himmels seyn. Und wenn eine kleine Kugel, auf welcher die Charte der Erde gezeichnet, im Mittelpunkte der gläsernen Hohlkugel an einer Achse befestiget wäre, und die Hohlkugel sich um diese Achse herumdrehete, so würde sie die scheinbare Bewegung des Himmels um die Erde vorstellen.

Wäre auf der Hohlkugel ein grosser Zirkel gezeichnet, der sie in zwo gleiche Hälften theilte, und die Fläche dieses Zirkels liefe der Achse der Kugel perpendikulär, so würde dieser Zirkel die Equinoktiallinie vorstellen: die den Himmel in zwo gleiche Hälften, unter dem Namen der Norder- und Süder-Hemisphäre theilet: und jeder Punkt dieses Zirkels würde von den Polen, oder den Enden der Achse der Kugel, gleich weit entfernt seyn. Alsdenn würde man den Pol, der in der Mitte der nordlichen Halbkugel stünde, den Nordpol: und den in der Mitte der südlichen Halbkugel, den Südpol nennen.

Wäre ein zweyter grosser Zirkel auf der Hohlkugel gezeichnet: und zwar in einer solchen Richtung, daß er die Equinoktiallinie, in zween einander gegenüberstehenden Punkten, in einem Winkel von $23\frac{1}{2}$ Graden durchschnitte: so würde derselbe die Ekliptik, oder den Kreiß der scheinbaren Bewegung der Sonne, vorstellen; deren eine Hälfte

an

an der Norder- und die andere an der Süder-Seite der Equinoktiallinie gehet.

Wäre ein grosser runder Flecken auf der Hohlkugel angebracht, der sich westwärts in der Ekliptik bewegte; so daß er sie in der Zeit völlig rund liefe, in welcher die Hohlkugel 366mal um ihre Achse gedrehet wird; so würde dieser Flecken die Sonne vorstellen: die ihren Platz jeden Tag den 365sten Theil der Ekliptik verändert, und, gleich den Sternen, westwärts herumläuft; nur daß ihre Bewegung so viel langsamer als die Bewegung der Sterne; indem diese 366mal um die Achse der Hohlkugel herumgehen; und die Sonne in eben der Zeit nur 365mal. Und da die Sonne sich in dem Kreiß der Ekliptik bewegt, so würde sie in der einen Hälfte ihres Umlaufs an der Norderseite der Equinoktiallinie: in der andern Hälfte an der Süderseite derselben; und am Ende einer jeden Hälfte gerade in der Equinoktiallinie seyn.

Wenn wir setzen; daß die Erdkugel in dieser Maschine ohngefähr einen Zoll im Durchmesser hielte: die gestirnte Hohlkugel hingegen 5 bis 6 Fuß: so würde ein kleines Insekt, das auf der Erdkugel lebte, nur einen ganz geringen Theil ihrer Oberfläche übersehen können; hingegen würde es von der Hohlkugel die Hälfte sehen, und die andere Hälfte ihm durch die Ründe der Erdkugel verdeckt seyn. Würde die Hohlkugel westwärts um die Erde herumgedrehet, und die kleine Kreatur hätte ein Vermögen, die Erscheinungen so dadurch entstehen, zu beurtheilen, so würde es einige Sterne im Osten aufgehen, und andere im Westen untergehen sehen; nur daß sie ihm jedesmal in einem und ebendemselben Augpunkte im Osten auf, und im Westen

sten untergiengen, weil sie alle an der gestirnten Hohlkugel fest sind. Dagegen würde die Sonne jedesmahl in einem andern Punkt auf und untergehen, weil sie nicht an einen gewissen Ort der Hohlkugel befestigt, sondern sich in einem schiefen Kreiß langsam fortbewegt.

Könnte das kleine Geschöpf gegen Süden sehen, und den Punkt der Kugel, wo die Equinoktiallinie der Hohlkugel sie an der linken Seite zu durchschneiden scheinet, Osten: und den an der rechten Seite, Westen nennen; so würde es wahrnehmen, daß die Sonne in 182½ Umgängen zwischen Norden und Osten auf, und zwischen Norden und Westen untergienge; nachher in eben so vielen Umgängen zwischen Süden und Osten auf, und zwischen Süden und Westen untergienge. In allen 365 Umgängen aber nur zweymal gerade im Osten auf, und zweymal gerade im Westen untergehen würde.

Und alle diese Erscheinungen würden immer einerley seyn, wenn die gestirnte Hohlkugel stille stünde, und die kleine Erdkugel dagegen von Westen nach Osten um ihre Achse gedrehet würde; nur daß die Sonne sich immer in der Ekliptik weiter fort bewegte. Denn das Insekt würde die Bewegung der Erdkugel nicht merken, und die Sonne und Sterne würden ihm westwärts zu gehen scheinen.

Wenn wir diese Vergleichung auf uns anwenden: so sind wir gegen die Grösse der ganzen Erdkugel ebenfalls nur sehr kleine Geschöpfe: und die Erde selber ist gegen die Grösse des ganzen Firmaments nur ein unmerklicher Punkt. Ob die Erde stille stehet, und der Himmel sich rund drehet: oder ob der Himmel stille stehet, und die Erde sich rund drehet; die Erscheinung ist, in Ansehung

unserer, immer dieselbe. Und da der Himmel, in Vergleichung mit der Erde, so unermeßlich groß, so sehen wir allemal die eine Hälfte des ganzen Himmels, wir mögen auf der Oberfläche der Erde seyn, oder wir wären im Mittelpunkte derselben, wenn nur die Gränze unsers Gesichtskreises durch nichts unterbrochen ist.

Man hat auf der Erde verschiedene, in Gedanken gezogene, Zirkel angenommen: und man hat sich dabey vorgestellet, daß die Flächen dieser Zirkel bis zum Himmel ausgedehnt wären, und daselbst eben einen solchen Zirkel bezeichneten.

Der Horizont, ist entweder der sichtbare oder der wahre Horizont.

Der sichtbare Horizont ist derjenige Kreiß, der die Aussicht eines Menschen, der auf einer ebenen Fläche der Erde stehet, rund herum begränzt: und wo der Himmel auf die Erde zu stossen scheint. Wenn die Fläche dieses sichtbaren Horizonts bis zum Himmel ausgedehnt wird, so theilt er denselben in zwo Hälften; eine die wir übersehen können: und die andere, die durch die Ründe der Erde verdeckt wird.

Den wahren Horizont denkt man sich durch den Mittelpunkt der Erde bis zum Himmel ausgedehnt; dem sichtbaren parallel. Ob nun gleich die Fläche des sichtbaren Horizonts die Erde an dem Orte des Beobachters auf ihrer Oberfläche berühret; und der wahre durch den Mittelpunkt derselben geht, so scheinen dennoch beyde Horizonte in einem Punkt am Himmel zusammen zu laufen, weil die ganze Erde gegen den gestirnten Himmel nur ein Punkt ist.

Hiebey ist zu bemerken; daß da die Erde ein runder Körper, so muß sich der Horizont, oder die Gränze unsers Gesichtskreises, nach dem Maase verändern, als wir unsern Stand ändern.

Die Pole der Erde sind die beyden Punkte ihrer Oberfläche, worinn sich ihre Achse endigt. Der eine wird der Nordpol und der andere der Südpol genennt.

Die Pole des Himmels sind die beyden Punkte, worin sich die bis dahin verlängerte Achse der Erde endigt: so daß der Nordpol des Himmels gerade über den Nordpol der Erde: und der Südpol des Himmels gerade über den Südpol der Erde stehet.

Der Equator ist ein grosser Zirkel rund um die Erde gezogen, dessen Theile an allen Seiten von beyden Polen gleich weit abstehen. Er theilet die Erde in zwo gleiche Hälften, unter dem Namen der nordlichen und südlichen Hemisphäre. Wenn wir die Fläche dieses Zirkels bis zum Himmel ausgedehnt, annehmen, so bezeichnet er daselbst die Equinoktiallinie, und theilet den Himmel ebenfalls, unter dem Namen der nordlichen und südlichen Hemisphäre in zwo gleiche Hälften.

Der Meridian eines Ortes, ist ein grosser Zirkel, der über diesen Ort und durch die beyden Pole der Erde gehet. Man kann sich dieser Meridiane so viele denken als man will, weil jeder Ort, er liege noch so wenig nach Osten oder Westen von einem andern Orte, einen besondern Meridian hat. Denn kein Zirkel kann über zweene von solchen Oertern, und zugleich durch die Pole der Erde gehen. Der Meridian eines Orts wird bey den Polen in zweene Halbzirkel getheilet; derjenige, der über diesen Ort gehet,

wird der geographische oder der obere Meridian: und der gegenüberliegende, der untere Meridian genennet.

Wenn die Umwälzung der Erde die Linie unsers geographischen Meridians zur Sonne bringt, so haben wir Mittag: und wenn unser unterer Meridian zur Sonne kommt, Mitternacht.

Alle Oerter, die unter einerley Meridian liegen, haben zu gleicher Zeit Mittag; und folglich alle übrigen Stunden zu gleicher Zeit. Aus der Ursache sagt man, sie haben eben dieselbe Länge; weil keiner von ihnen weiter nach Osten oder Westen liegt als der andere.

Wenn man sich 24 Halbzirkel gedenket, unter denen einer der geographische Meridian eines Ortes ist, die in den Polen zusammen laufen, und den Equator in 24 gleiche Theile theilen; so wird in 24 Stunden ein jeder von diesen Meridianen einmal zur Sonne kommen, weil die Erde sich in dieser Zeit einmal um ihre Achse drehet. Da nun der Equator in 360 Grade getheilet wird, so beträgt der Raum, der zwischen zween dieser Zirkel eingeschlossen ist, 15 Grade; denn 24 mal 15 macht 360. Und also wird die scheinbare Bewegung der Sonne jede Stunde 15 Grade westwärts seyn, weil die Erde sich ostwärts um ihre Achse drehet. Folglich haben alle die Oerter, deren geographischer Meridian 15 Grade weiter nach Osten liegt als der unsrige, eine Stunde früher Mittag: und die, deren Meridian 15 Grade weiter nach Westen liegt, eine Stunde später Mittag als wir: und nach gleichem Verhältniß alle übrige Stunden.

Da die Erde sich in 24 Stunden einmal um ihre Achse drehet, und in dieser Zeit der Sonne ihre Oberfläche wech-

selsweise zukehrt: so läuft sie zugleich in einem Jahre in einem grossen Kreiß um die Sonne, den man die Ekliptik nennet, und der die Equinoktiallinie in 2 einander gegenüberstehenden Punkten in einen Winkel von 23½ Graden kreuzet; so daß die eine Hälfte der Ekliptik in der Norder- und die andere Hälfte in der Süder-Hemisphäre liegt. Sie wird gleich wie alle übrigen Zirkel, sie seyn groß oder klein, in 360 gleiche Theile oder Grade getheilet. Und da die Erde diesen Zirkel in jedem Jahre durchläuft, so scheinet es, als wenn die Sonne solches thäte, und ihren Platz jede Stunde beynahe um einen Grad veränderte. Die Erde mag daher in diesem oder jenem Punkte oder Grade der Ekliptik seyn, so erscheinet die Sonne allemal in dem gegenüberstehenden Punkt. Und da die eine Hälfte der Ekliptik an der Norder- und die andere an der Süderseite der Equinoktiallinie liegt, so erscheinet die Sonne, von der Erde gesehn, ein halbes Jahr an der Norder- und ein halbes Jahr an der Süderseite der Equinoktiallinie; zweymal im Jahre aber in der Equinoktiallinie selber.

Die Astronomen theilen die Ekliptik in zwölf gleiche Theile, Zeichen genannt; jedes Zeichen in 30 Grade, und jeden Grad in 60 Minuten; allein zum Gebrauch der Erd- und Himmelskugel ist es hinlänglich, wenn man den Stand der Sonne auf einen halben Grad angeben kann.

Die Namen der 12 Zeichen sind folgende. Man fängt bey dem Punkt der Ekliptik an, wo sie die Equinoktiallinie durchschneidet; rechnet nordwärts hinauf, und zählet von Westen nach Osten herum, bis wieder zu denselben Punkt.

Die Lage, wo die Sonne jeden Monat in ein neues Zeichen tritt, haben wir beygesetzt:

Widder,	Stier,	Zwilling,	Krebs,
20. Marz.	20. April.	21. May.	21. Junius.
Löwe,	Jungfrau,	Wage,	Scorpion,
23. Jul.	23. Aug.	23. Sept.	23. Octobr.
Schütz,	Steinbock,	Wassermann,	Fische.
22. Novembr.	21. Decembr.	20. Januar.	18. Februar.

Wenn man sich erinnert, an welchem Tage die Sonne in dieses oder jenes Zeichen getreten, so kann man leicht finden, wo sie die folgenden Tage stehet. Man darf nur für jeden Tag einen Grad zugeben; dieses wird beym Gebrauch der Erd- und Himmelskugel keine beträchtliche Irrung verursachen.

Ist die Sonne im ersten Punkte des Widders, so ist sie in der Equinoktiallinie: und gehet von der Zeit an jeden Tag weiter nordwarts, bis sie zum ersten Punkte des Krebses, $23\frac{1}{2}$ Grade von der Equinoktiallinie kommt; von da gehet sie ein halbes Jahr südwärts zurück, und durchkreuzet, in der Mitte dieser Hälfte, die Equinoktiallinie beym Anfange der Wage: bis sie am Ende des halben Jahres zu ihrer grösten südlichen Abweichung beym Anfange des Steinbocks, $23\frac{1}{2}$ Grade von der Equinoktiallinie, gekommen. Hierauf geht sie das andere halbe Jahr vom Steinbock nordlich zurück: kreuzet die Equinoktiallinie beym Anfange des Widders, und kommt am Ende desselben wiederum zum Krebs.

Der Lauf der Sonne in der Ekliptik ist sich nicht völlig gleich: weil sie 8 Tage länger in der nordlichen Hälfte derselben als in der südlichen verweilet; so daß das halbe

Som-

Sommerjahr in der nordlichen Hemisphäre 8 Tage länger ist, als das halbe Winterjahr; und in der südlichen Hemisphäre das Gegentheil.

Die Tropici sind 2 kleinere Zirkel, und gehen der Equinoktiallinie an beyden Seiten parallel. Sie berühren die Ekliptik in den Punkten ihrer grösten Abweichung: so daß jeder Tropicus $23\frac{1}{2}$ Grade von der Equinoktiallinie an der Norder- und Süderseite, entfernt ist.

Der Norder-Tropicus berühret die Ekliptik beym Anfange des Krebses: und der Süder-Tropicus beym Anfange des Steinbocks. Aus dieser Ursache nennet man den ersten den Tropicum des Krebses: und den letzten den Tropicum des Steinbocks.

Die Polar-Zirkel sind $23\frac{1}{2}$ Grade von jedem Pole rund herum entfernet. Der so um den Nordpol gehet, wird der Arctische Zirkel, von einem griechischen Worte das einen Bären bezeichnet, genennet: weil man in der Gegend des Nordpols ein unter diesem Namen bekanntes Sternenbild wahrnimmt. Der südliche Polarzirkel hingegen, wird der Antarktische genennet, weil er dem Arktischen gegenüber stehet.

Die Ekliptik, Tropici und Polarzirkel, sind auf der Erdkugel sowohl, als auf der Himmelskugel gezeichnet: ob man gleich nicht sagen kann, daß die Ekliptik, als ein am Himmel angenommener fester Kreiß auf der Erdkugel gehörte; man hat ihn blos zur bequemern Auflösung einiger Aufgaben drauf gesetzt. Es wäre besser gewesen, wenn man diesen Zirkel auf der Erdkugel in Monate und Tage eingetheilet hätte, so könnte man die Auflösung dadurch noch mehr erleichtern.

Nach dieser allgemeinen Erklärung wollen wir nun ein Experiment beschreiben, mittelst welchem man sich einen vollkommnen Begrif von der täglichen und jährlichen Bewegung der Erde ꝛc. Man sehe das vorhergehende 10te Kapitel der Astronomie.

Beschreibung und Gebrauch der Erdkugel.

Zuerst sind auf dieser Kugel die Land- und Seegränzen der ganzen bekannten Welt gezeichnet. Die verschiedenen Königreiche und Länder durch Punkte abgetheilet, und mit Farben belegt, um sie zu unterscheiden. Die Insuln nach ihrer eigentlichen Lage bemerkt. Und allerwärts die Ströme und die vornehmsten Städte angegeben: wie sie durch Ausmessungen und Beobachtungen auf der Erde gefunden werden. Alsdenn sind der Equator, die Ekliptik, die Polarzirkel, und die Meridiane, nach der Beschreibung, die wir im vorhergehenden davon gegeben, darauf gezeichnet. Die Ekliptik ist in 12 Zeichen, und jedes Zeichen in 30 Grade abgetheilt; welche oftmals, wenn die Kugel groß ist, noch wiederum in halbe und viertel Grade getheilet sind. Jeder Tropicus ist $23\frac{1}{2}$ Grade vom Equator: und jeder Polarzirkel $23\frac{1}{2}$ Grade von seinem Pole. Alle 10 Grade sind, dem Equatore parallel, bis zu beyden Polen Zirkel gezogen, welche man die Parallelen der Breite nennet. Durch jeden 10ten Grad des Equatoris sind, auf grossen Kugeln, Perpendikularzirkel gezogen; auf kleinen durch jeden 15ten Grad: die einander in den Polen durchschneiden. Man nennet diese Zirkel Meridiane, oder Längenzirkel: zuweilen auch Stundenzirkel.

 Die

Die Kugel selber hänget in einem meßingenen Ring, den man den Mittags-Ring nennet. Sie drehet sich in jedem Pol an einer runden Stange, die auf die Hälfte ihrer Dicke in den Mittags-Ring eingesenkt ist; wodurch die eine Seite des Ringes die Kugel in zwo gleiche Hälften unter dem Namen der ostlichen und westlichen Hemisphäre, theilet; so wie der Equator sie in zwo andere Hälften, unter dem Namen der Norder- und Süder-Hemisphäre, theilet. Der Ring ist an der Seite, worinn sich die Achse der Kugel drehet, in 360 gleiche Theile oder Grade eingetheilt. Eine Hälfte dieser Grade ist vom Equatore zu den Polen numeriret und gerechnet, wo sie sich mit 90 endigen; ihr Nutzen ist, die Breite der Oerter zu bezeichnen. Die andere Hälfte ist von den Polen zum Equatore numeriret, und endiget sich daselbst mit 90; ihr Nutzen ist, den Nord- oder Südpol nach der Norder- oder Süderbreite eines gegebenen Orts über den Horizont zu erhöhen.

Der Mittags-Ring ist in zwo Kerben eines breiten flachen hölzernen Ringes eingelassen, den man den **Horizont** nennet; dessen Oberfläche die Kugel in zwo Hälften, unter dem Namen der obern und untern Hemisphäre, theilet. Eine Kerbe ist in den Norder- und die andere in den Süderpunkt des Horizonts eingeschnitten.

Auf dem Horizont sind verschiedene gleichlaufende Zirkel gezogen, welche die Monate und Tage des Jahrs; die Zeichen und Grade des Ortes der Sonne so damit zutreffen; und die 32 Striche des Kompasses anzeigen. Die eingetheilte Seite des Mittags-Ringes lieget an der Ostseite: und muß allemal gegen den gerichtet seyn, der die Aufgaben erklären will.

An dem Nordertheil des Mittags-Ringes ist ein kleiner Stunden-Zirkel auf die Art befestigt, daß die Stange, die im Nordpol der Kugel steckt, den Mittelpunkt dieses Zirkels ausmacht, und einen Zeiger trägt, der, wenn die Kugel rund gedrehet wird, über alle 24 Stunden herumgeht. Oft sind auch 2 Stundenzirkel angebracht, wovon der eine zwischen dem einen Pol der Kugel und dem Mittags-Ring liegt. Es ist dieses eine Erfindung des Herrn Harris: und sie ist sehr bequem, wenn man die Pole der Kugel durch den Horizont stecken, und sie zu niedrigen Breiten erhöhen will; welches nicht wohl angehet, wenn nur ein Stunden-Zirkel an den Rand des Mittags-Ringes befestiget ist.

Noch befindet sich dabey ein schmaler Streifen von dünnem Meßing, der Höhen-Quadrant genennet, und der in 90 Grade getheilet ist, die den Graden des Mittags-Ringes gleich sind. Er wird beym Gebrauch, mittelst einer Nuß und Schraube an den höchsten Punkt des Mittags-Ringes befestigt. Seine Eintheilungen endigen sich oben an der Nuß, wo er rund gedrehet wird. Wenn man urtheilen will, ob eine Erd- oder Himmelskugel gut gemacht sey: so muß man vorzüglich auf folgende Stücke Acht geben:

1) Daß die Papiere gut und fleißig aufgeklebt sind; welches man daran erkennet, wenn alle Linien und Zirkel genau zusammentreffen, und den ganzen Weg über eben bleiben; so daß sie nicht in Bögen abgebrochen; oder die Papiere zu kurz; oder über einander geklebt sind.

2) Daß die Farben durchscheinend, und nicht zu dick aufgelegt sind: damit sie die Namen der Oerter nicht verdecken.

3) Daß die Kugel zwischen dem Mittags-Ring und Horizont gerade und eben hänge: und sich nicht nach einer Seite mehr neige als nach der andern.

4) Daß sie, ohne sich zu reiben, so genau als möglich an den Mittags-Ring und Horizont anschliesse; weil man sich sonst leicht irren kann, wenn man den Grad des Meridians oder des Horizonts für einen gewissen Ort bestimmen will.

5) Daß der Equator oder die Equinoktiallinie mit dem Horizont rund herum genau zusammentreffe, wenn der Pol auf 90 Grade erhöhet ist.

6) Daß die Equinoktiallinie den Horizont, in allen Erhöhungen, von 0 bis 90 Grade, allemal in die Punkte von Osten und Westen durchschneide.

7) Daß der Grad, der am Mittags-Ringe mit 0 bezeichnet ist, ganz genau über die Equinoktiallinie sey.

8) Daß allemal die Hälfte des Mittags-Ringes über den Horizont sey; so, daß wenn man eine der Decimal-Abtheilungen des Ringes zum Nordpunkt des Horizonts bringet, ihr Complement zu 90 im Süd-Punkte liege.

9) Daß wenn der Höhen-Quadrant in gleicher Weite vom Equatore an den Mittags-Ring befestiget ist, als der Pol über den Horizont erhöhet, der Anfang der Grade am Quadranten genau mit der Horizontalfläche zusammentreffe.

10) Daß in der Zeit, daß der Stundenzeiger (durch die Umdrehung der Kugel) von einer Stunde auf die andere zeiget, jedesmal 15 Grade des Equatoris unter den Mittags-Ring durchgehen.

11) Daß der hölzerne Horizont stark und feste gemacht sey, weil bey den meisten Kugeln derselbe fast immer am ersten schadhaft wird.

Noch ist zu bemerken. Daß es eine allgemeine Regel: die Ostseite des Horizonts nach sich zu stellen, wenn man die Kugeln gebrauchet (es sey denn, daß ein oder anderes Problem die Umdrehung erfodert); welche durch das Wort Osten am Horizont bezeichnet ist. Alsdenn hat man die eingetheilte Seite des Mittags-Ringes gegen sich; den Höhen-Quadranten vor sich; und die Kugel wird durch diese Fläche des Ringes genau in zwey gleiche Theile getheilet.

Ferner ist es zuweilen nöthig, daß man bey der Erklärung einiger Aufgaben die ganze Kugel herum drehe, und die West-Seite vor sich nehme: wodurch die Kugel leicht verschoben werden, und der Grad, der vorher zum Horizonte oder Meridiane recht gestellet war, verrückt werden kann. Dieses kann man dadurch vermeiden, wenn man zwischen den Mittags-Ring und der Kugel eine Federspule steckt; wodurch die Kugel nicht beschädigt, und zugleich gehalten wird, daß sie sich nicht verrücken kann.

Erste Aufgabe.

Die Breite und Länge eines gegebenen Ortes zu finden.

Man drehe die Kugel um ihre Achse, bis der gegebene Ort unter die eingetheilte Seite des Mittags-Ringes kommt,

und bemerke alsdenn, unter welchen Grad des Ringes er liegt; so ist dieser Grad seine Breite; und zwar Norder- oder Süderbreite, je nachdem der Ort nach Norden oder Süden vom Equatore liegt.

Hierauf lasse man die Kugel unverrückt stehen, und sehe, welcher Grad des Equatoris unter den Mittags-Ring liegt; dieser Grad ist seine Länge, vom ersten Meridiane der Kugel; und zwar ostliche oder westliche Länge, je nachdem der Ort nach Osten oder Westen vom ersten Meridiane liegt.

Auf den englischen Kugeln ist der Londoner Meridian der erste. Auf den französischen der Pariser. Und auf den deutschen gewöhnlich der Meridian der Insul Ferro.

Zweyte Aufgabe.

Wenn die Breite und Länge eines Ortes gegeben ist, diesen Ort auf der Kugel zu finden.

Man suche den Grad der gegebenen Länge am Equatore, und zähle vom ersten Meridiane der Kugel an nach Osten oder Westen (nachdem die Länge des Ortes ostlich oder westlich angegeben ist); bringe diesen Grad zum Mittags-Ringe, und zähle an demselben die Grade, vom Equatore an, nach Norden hinauf oder nach Süden hinunter (nachdem die Breite Norden oder Süden angegeben); so findet man unter dem Grad der gegebenen Breite den verlangten Ort.

Dritte Aufgabe.

Den Unterschied der Länge oder der Breite zwischen zween gegebenen Oertern zu finden.

Man bringe jeden von diesen Oertern zum Mittags-Ringe, und bemerke seine Breite; liegen sie beyde an gleicher Seite des Equatoris, so ziehe man die kleinere Breite von der grössern ab; liegt der eine aber an der Norder- und der andere an der Süderseite des Equatoris, so addire man sie zusammen: und das Produkt giebt den gesuchten Unterschied der Breite.

Hierauf zähle man die Zahl der Grade, welche am Equatore zwischen beyde Oerter eingeschlossen sind: wenn vorher jeder besonders zum Mittags-Ringe gebracht worden. Ist sie weniger als 180, so bestimmt sie an und für sich schon den gesuchten Unterschied der Länge; ist sie aber mehr, so ziehe man sie von 360 ab, alsdenn giebt das Ueberbleibende den gesuchten Unterschied.

Oder: man bringe den einen der beyden Oerter zum Mittags-Ringe, und stelle den Stundenzeiger auf 12. Bringe hierauf den andern Ort ebenfalls zum Mittags-Ringe, und sehe wo der Zeiger nun steht: alsdenn giebt der Unterschied der Stunden und Stundentheile den gesuchten Unterschied der Länge. Man rechnet nemlich für jede Stunde 15 Grade, und für jede 4 Minuten 1 Grad.

Wenn wir sagen, man solle einen Ort zum Mittags-Ringe bringen, so verstehen wir dieses immer von seiner eingetheilten und numerirten Seite.

Vierte

Vierte Aufgabe.

Alle Oerter zu finden, die mit einem gegebenen Ort gleiche Länge und Breite haben.

Man bringe den gegebenen Ort zum Mittags-Ringe: und alle Oerter, welche alsdenn unter ebenderselben Seite des Ringes von Pol zu Pol liegen, haben mit diesem Orte gleiche Länge. Hierauf drehe man die Kugel um ihre Achse: und alle Oerter, welche unter eben dem Grad durchgehen, unter welchem der gegebene Ort gelegen, haben mit diesem Orte gleiche Breite. Weil alle Breiten vom Equatore: und alle Längen vom ersten Meridiane an gerechnet werden; so ist klar, daß der Punkt des Equatoris, wo ihn der erste Meridian durchschneidet, weder Breite noch Länge habe. Die gröste Breite ist 90 Grade; weil kein Ort mehr als 90 Grade vom Equatore liegt; und die gröste Länge ist 180 Grade: weil kein Ort mehr als 180 Grade vom ersten Meridiane liegt.

Fünfte

Fünfte Aufgabe.

Die *) Antoeci, **) Perioeci, ***) und Antipoden eines gegebenen Ortes zu finden.

Man bringe den gegebenen Ort zum Mittags-Ringe, und nachdem man seine Breite gefunden, lasse man die Kugel

*) Antoeci nennet man diejenigen, die an der andern Seite des Equatoris, unter gleichem Meridiane und auf gleicher Breite wohnen. Da sie unter gleichem Meridiane sind, so haben sie gleiche Stunden; das ist, sie haben zu gleicher Zeit Mittag und Mitternacht 2c. Da sie gleiche Polhöhen haben, so ist die Länge der Tage und Nächte bey beyden gleich. Nur ihre Jahrszeiten sind verschieden, oder vielmehr gerade umgekehrt; weil sie an verschiedenen Seiten des Equatoris leben.

**) Perioeci nennet man diejenigen, die in gleicher Parallele der Breite, aber unter dem gegenüber liegenden Meridian wohnen; so daß ihre Breite einerley, ihre Länge aber 180 Grade unterschieden ist. Da sie unter gleicher Breite wohnen, so haben sie gleiche Polhöhen, gleiche Abwechslung der Jahrszeiten, und gleiche Tag- und Nachtlängen. Allein, da ihre Meridiane einander entgegen liegen, so ist es bey den einen Mittag, wenn es bey den andern Mitternacht ist.

***) Antipoden nennet man diejenigen, die auf der Erdkugel einander gerade gegenüber wohnen: so daß ihre Füsse, unter entgegenliegenden Meridianen und Parallelen, einander zugekehrt stehen. Weil sie an unterschiedenen Seiten des Equators leben, so haben sie unterschiedene Jahrszeiten: so, daß wenn es bey den einen Winter, es bey den andern Sommer ist; und umgekehrt. Weil sie gleich weit vom Equatore liegen, so haben sie gleiche Polhöhen; nur daß die einen Norder- und die andern Süderbreite haben. Weil sie unter entgegenliegenden Meridianen leben, so ist bey den einen Mittag, wenn es bey den andern Mitternacht ist; und weil die Sonne von den einen weggeht, wenn sie sich den andern nähert, so sind, zu einer und ebenderselben Zeit, die Tage bey den einen so lang, als die Nächte bey den andern.

Kugel in der Stellung stehen, zähle hierauf eben so viele Grade vom Equatore gegen den andern Pol, so hat man auf der Stelle die Antoeci des gegebenen Ortes. Diejenigen, so gerade unterm Equator wohnen, haben gar keine Antoeci.

Nun stelle man den Stundenzeiger auf die obern 12, und drehe die Kugel bis der Zeiger auf die untern 12 stehet, so hat man an dem Ort, der nun unter dem Mittags-Ring auf der nemlichen Breite liegt, die Perioeci des gegebenen Ortes.

Die bey den Polen wohnen, haben gar keine Perioeci.

Die Antipoden des gegebenen Ortes, sind diejenigen, die in dieser Stellung der Kugel (den Zeiger auf die untere 12) unter dem Punkt des Mittags-Ringes liegen, wo vorher die Antoeci stunden. Denn ein jeder Punkt auf der Kugel hat seine Antipoden.

Sechste Aufgabe.

Die Weite zwischen zween Oertern, nach Graden und Meilen, auf der Kugel zu finden.

Man lege die eingetheilte Seite des Höhen-Quadranten über beyde Oerter, und zähle die Grade, so zwischen ihnen sind; vermehre alsdenn die Zahl dieser Grade mit 15, so giebt das Produkt die Weite in geographischen deutschen Meilen.

Oder; man nehme die Weite zwischen zween Plätzen mit einem Zirkel, und messe sie am Equatore nach Gra-

den: so ist die Zahl derselben, die zwischen beyde Zirkel-Spitzen eingeschlossen ist, die Weite in Graden eines grossen Zirkels; die, wie oben, in geographische Meilen zu bestimmen.

Hiebey müssen wir bemerken; daß jeder Zirkel, der die Kugel in zwo grosse Hälften theilet, als der Equator oder Meridian, ein grosser Zirkel genennet wird; und daß jeder Zirkel, der sie in zwo ungleiche Theile theilet, ein kleinerer Zirkel genennet wird. Da nun jeder Zirkel, er sey groß oder klein, 360 Grade enthält, und ein Grad des Equatoris oder Meridians 15 geographische Meilen ausmacht: so ist klar; daß ein Grad der Länge des Equatoris mehrere Meilen in sich fasse, als ein Grad der Länge einer andern Parallele der Breite. So, daß obgleich alle Grade der Breite auf einer künstlichen Erdkugel gleich lang sind: die Grade der Länge hingegen nach dem Maase abnehmen, als die Breite zunimmt. Die folgende Tabelle zeiget den Inhalt eines Grades der Länge in geographischen Meilen, und 100 Theilen einer Meilen, für jeden Grad der Breite vom Equatore zu den Polen; jeden Grad des Equatoris zu 15 geographischen Meilen gerechnet.

Tabelle

Tabelle
die Anzahl der Meilen für jeden Grad der Länge auf einem gegebenen Grad der Breite zu finden.

Grade.	100 Th. Meilen.	Grade.	100 Th. Meilen.	Grade.	100 Th. Meilen.	Grade.	100 Th. Meilen.
1.	14. 99	24.	13. 70.	47.	10. 23.	70.	5. 13.
2.	14. 98.	25.	13. 59.	48.	10. 4.	71.	4. 87.
3.	14. 96.	26.	13. 48.	49.	9. 84.	72.	4. 62.
4.	14. 95.	27.	13. 37.	50.	9. 64.	73.	4. 37.
5.	14. 93.	28.	13. 24.	51.	9. 44.	74.	4. 13.
6.	14. 90.	29.	13. 12.	52.	9. 23.	75.	3. 87.
7.	14. 88.	30.	13. 0.	53.	9. 2.	76.	3. 62.
8.	14. 86.	31.	12. 86.	54.	8. 81.	77.	3. 37.
9.	14. 82.	32.	12. 72.	55.	8. 60.	78.	3. 12.
10.	14. 70.	33.	12. 58.	56.	8. 38.	79.	2. 86.
11.	14. 74.	34.	12. 43.	57.	8. 17.	80.	2. 60.
12.	14. 69.	35.	12. 28.	58.	7. 94.	81.	2. 33.
13.	14. 64.	36.	12. 13.	59.	7. 72.	82.	2. 9.
14.	14. 56.	37.	11. 97.	60.	7. 50.	83.	1. 83.
15.	14. 49.	38.	11. 81.	61.	7. 27.	84.	1. 61.
16.	14. 41.	39.	11. 64.	62.	7. 4.	85.	1. 30.
17.	14. 34.	40.	11. 47.	63.	6. 81.	86.	1. 5.
18.	14. 28.	41.	11. 30.	64.	6. 58.	87.	0. 81.
19.	14. 19.	42.	11. 14.	65.	6. 34.	88.	0. 52.
20.	14. 10.	43.	10. 96.	66.	6. 10.	89.	0. 25.
21.	14. 2.	44.	10. 78.	67.	5. 86.	90.	0. 00.
22.	13. 90.	45.	10. 60.	68.	5. 62.		
23.	13. 81.	46.	10. 41.	69.	5. 37.		

Siebente Aufgabe.

Wenn ein Ort auf der Kugel, und sein Abstand von einem andern Orte, gegeben ist: alsdenn alle übrigen Oerter zu finden, die in gleicher Weite von ihm liegen.

Man bringe den gegebenen Ort zum Mittags-Ringe, und schraube den Höhen-Quadranten über diesen Ort an; alsdenn halte man die Kugel in der Stellung feste, und führe den Quadranten rund herum, so wird der Grad des Quadranten der den zweyten Ort berühret, im Herumführen alle die übrigen Oerter berühren, die von dem gegebenen Orte gleich weit entfernt sind.

Oder; man nehme einen Zirkel und setze den einen Fuß auf den gegebenen Ort, und den andern auf den zweyten Ort; wenn man alsdenn die Spitze in dem ersten Ort stehen lässet, und die andere rund herumführet, so wird sie über alle die Oerter weggehen, die von dem gegebenen gleich weit entfernt sind.

Achte Aufgabe.

Wenn die Stunde des Tages für einen gewissen Ort gegeben ist, alsdenn alle die Oerter zu finden, welche zu der Stunde Mittag haben.

Man bringe den Ort zum Mittags-Ringe, und stelle den

den Zeiger auf die gegebene Stunde; drehe hierauf die Kugel bis der Zeiger auf die obere 12 stehet, so haben diejenigen Oerter zu der Zeit Mittag, die alsdenn unter dem Mittags-Ring liegen.

NB. Die obern 12 bezeichnen immer Mittag, und die untern 12 Mitternacht.

Neunte Aufgabe.

Wenn die Stunde des Tages für einen Ort gegeben ist, zu finden, welche Stunde es zur selbigen Zeit an einem andern Ort ist.

Man bringe den Ort zum Mittags-Ringe, und stelle den Zeiger auf die gegebene Stunde; drehe hierauf die Kugel bis der andere Ort zum Mittags-Ringe kommt, so zeigt der Zeiger wie viel es daselbst an der Zeit sey.

Zehnte Aufgabe.

Den Ort der Sonne in der Ekliptik und ihre Deklination *) für einen gegebenen Tag im Jahre zu finden.

Man suche auf dem Horizont den gegebenen Tag, so findet man gerade drüber, den Grad des Zeichens, wo die

*) Die Deklination der Sonne ist ihr Abstand von der Equinoktiallinie, und ist entweder nordlich oder südlich.

Sonne an dem Tage Mittags um 12 Uhr stehet. Diesen nemlichen Grad des Zeichens suche man nun auf der Kugel in der Ekliptik, bringe ihn zum Mittags-Ringe, und bemerke den Grad der über den Ort der Sonne stehet, so hat man die Deklination der Sonne vom Equatore.

Eilfte Aufgabe.

Alle die Oerter zu finden, über welche die Sonne an einem gegebenen Tag senkrecht steht.

Man suche den Ort der Sonne in der Ekliptik auf dem gegebenen Tag, bringe ihn zum Mittags-Ringe und bezeichne den Punkt der drüber stehet; alsdenn drehe man die Kugel um ihre Achse: und alle Oerter, die unter diesem Punkt weggehen, haben die Sonne an dem Tage senkrecht. Denn weil ihre Breite der Deklination der Sonne gleich ist, so muß die Sonne ihnen des Mittags gerade im Scheitelpunkt stehen.

Zwölfte Aufgabe.

Die beyden Tage im Jahre zu finden, wo die Sonne einem gegebenen Orte in der heissen Zone *) senkrecht stehet.

Man bringe den gegebenen Ort zum Mittags-Ringe, und bemerke seinen über ihm stehenden Grad der Breite; drehe

*) Die Erdkugel wird in 5 Zonen eingetheilt; eine heisse, zwo gemäsigte und zwo kalte. Die heisse Zone liegt zwischen

drehe hierauf die Kugel um ihre Achse, und beobachte, welche 2 Grade der Ekliptik accurat unter dieser Breite durchgehen. Alsdenn suche man im Horizont die beyden Tage, die mit diesen beyden Graden der Ekliptik zutreffen, so hat man die gesuchten Tage. Denn an diesen, und keinen andern Tagen des Jahrs, ist die Deklination der Sonne der Breite des Orts gleich, und folglich stehet sie alsdenn des Mittags senkrecht.

Dreyzehnte Aufgabe.

Alle die Oerter der kalten Norderzone zu finden, wo an einem gegebenen Tag, zwischen den 20sten März und 23sten September, die Sonne nicht untergeht.

An diesen beyden Tagen ist die Sonne in der Equinoktiallinie, und bescheinet die Erde von Pol zu Pol; da nun die Erde sich um ihre Achse, die sich in beyde Pole endigt, drehet, so muß jeder Ort derselben durch einen gleichen Theil Licht und Dunkel gehen: und folglich auf der

schen beyde Tropicos und ist 47 Grade breit: oder 23 und ein halb Grade an jeder Seite des Equatoris. Die gemäsigten Zonen liegen zwischen die Tropicos und Polarzirkel, oder von 23 und ein halb bis 66 und ein halb Graden Breite an jeder Seite des Equatoris, und begreiffen jede 43 Grade. Die kalten Zonen liegen innerhalb der Polarzirkel, 23 und ein halb Grade von jedem Pole. Da die Sonne niemals über die Tropicos hinausgeht, so muß sie einem oder dem andern Orte in der heissen Zone von Zeit zu Zeit senkrecht stehen.

ganzen Erde Tag und Nacht von gleicher Länge seyn. Weil aber die Sonne vom Equatore weggeht, und sich dem Nordpol nähert, so wird sie eben so viele Grade um diesen Pol stets bescheinen, als sie vom Equatore weggegangen ist; folglich wird kein Ort, innerhalb dieser Weite vom Pole, alsdenn mehr Nacht haben, sondern die Sonne wird ihm gar nicht untergehen. Denn da die Deklination der Sonne vom 21sten März bis den 23sten September nordlich ist, so bescheinet sie in dieser Zeit stets den Nordpol: und den Tag, da sie in den Norder-Tropicum ist, die ganze kalte Zone; folglich hat kein Ort, innerhalb des Norder-Polarzirkels, an dem Tage, Nacht.

Dieses zu beweisen, bringe man den Ort der Sonne, für den gegebenen Tag, zum Mittags-Ringe, und suche ihre Deklination (nach der 9ten Aufgabe); zähle alsdenn am Ringe so viele Grade vom Pole herunter, als die Deklination der Sonne vom Equatore ist, und bezeichne den letzten Grad; drehe hierauf die Kugel um ihre Achse, und sehe, welche Oerter der kalten Norderzone unter dieses Zeichen durchgehen, so findet man die gesuchten Oerter.

Bey der kalten Süderzone kann man dasselbe vom 23. September bis den 21sten März thun, weil die Sonne in dieser Zeit stets den Südpol bescheint.

Vierzehnte Aufgabe.

Wenn die Stunde eines gewissen Tages gegeben ist, den Ort zu finden, wo die Sonne alsdenn senkrecht steht.

Wenn man zuförderst (nach der 9ten Aufgabe) die De-

Deklination der Sonne für den gegebenen Tag gefunden, so bemerke man dieselbe am Mittags-Ringe, und stelle den Zeiger auf die gegebene Stunde. Drehe hierauf die Kugel bis der Zeiger Mittags auf 12 stehet: und der Ort der Kugel, der alsdenn unter der am Mittags-Ringe bemerkten Stelle stehet, hat zu der Zeit die Sonne im Zenith, oder senkrecht.

Funfzehnte Aufgabe.

Wenn der Tag und die Stunde für einen gewissen Ort gegeben ist: alle übrige Oerter zu finden, wo die Sonne zu der Zeit aufgeht, untergeht, oder im Mittage ist; folglich wo es zu der Zeit Tag, und wo es Nacht ist.

Diese Aufgabe kann man mit einer Erdkugel, die nach der gewöhnlichen Methode, wenn nemlich der Stundenzirkel auf dem Mittags-Ring befestigt ist, nicht erklären; es sey denn, daß die Sonne an dem gegebenen Tag in oder nahe bey einem von den Tropicis sey. Mit einer Kugel hingegen, die nach der Erfindung des Herrn Harris verfertiget ist, wo nemlich der Stundenzirkel auf die Oberfläche der Kugel unter dem Mittags-Ring liegt, kann man sie für einen jeden Tag des Jahrs auflösen. Seine Methode ist folgende:

Nachdem man den Ort gefunden, über den die Sonne in der gegebenen Stunde senkrecht stehet, erhöhe man den Pol so viele Grade überm Horizont als die Breite des Orts ist, und bringe den gefundenen Ort zum Mittags-Ringe. Alsdenn gehet allen Oertern, die in dem westlichen Halbzirkel des Horizonts liegen, die Sonne auf, und denen im östlichen, unter: die unter dem obern Halbzirkel des Mittags-Ringes liegen, haben Mittag; und die unter dem untern Halbzirkel, Mitternacht. Alle Oerter, die überm Horizont sind, werden von der Sonne erleuchtet, und die Sonne stehet ihnen so hoch, so viele Grade sie selbst übern Horizont erhoben sind; und diese Höhe kann man mit dem Höhen-Quadranten messen, wenn man ihn über den Ort anschraubt, dem die Sonne senkrecht stehet, und ihn über jeden andern Ort legt. An allen Oertern, die 18 Grade unter dem westlichen Halbzirkel des Horizonts liegen, fänget die Morgen-Dämmerung an: und an allen, die 18 Grade unter dem östlichen liegen, höret sie auf. An allen Oertern aber, die tiefer als 18 Grade liegen, ist es stockfinster.

Bringet man einen Ort zum obern Halbzirkel des Mittags-Ringes, und stellet den Zeiger auf 12, drehet alsdenn die Kugel ostwärts, bis der Ort am westlichen Halbzirkel des Horizonts kommt, so zeiget der Zeiger die Zeit des Sonnen-Aufgangs; und wenn er am östlichen Halbzirkel kommt, ihres Unterganges. Denen Oertern hingegen, die nicht untern Horizont kommen, gehet die Sonne an dem Tage gar nicht unter, und denen, die nicht übern Horizont kommen, gehet sie nicht auf.

Sechs-

Sechzehnte Aufgabe.

Wenn der Tag und die Stunde einer Mondfinsterniß gegeben ist, alle die Oerter zu finden, wo sie sichtbar seyn wird.

Bekanntlich wird der Mond zu keiner andern Zeit verfinstert, als wenn er voll ist, und der Sonne gerade gegenüber stehet, so daß der Schatten der Erde auf ihn fallen kann. Wenn also die Sonne einem Orte der Erde, er sey welcher er wolle, senkrecht stehet, so stehet der Mond den Antipoden dieses Orts senkrecht: und folglich muß der einen Hälfte der Erde, die Sonne, und der andern der Mond sichtbar seyn. Man suche demnach den Ort, wo die Sonne in der gegebenen Stunde senkrecht stehet (nach der 14ten Aufgabe); erhöhe den Pol zur Breite des Orts, und bringe ihn (wie bey der vorigen Aufgabe) zum Mittags-Ringe. So wie nun die Sonne allen denen Oertern sichtbar seyn wird, die übern Horizont sind; so wird der Mond, zur Zeit seiner grösten Verfinsterung, allen denen sichtbar seyn, die unterm Horizont sind.

Bey den Sonnenfinsternissen ist es nicht möglich, mittelst einer Erdkugel diejenigen Oerter zu bestimmen, wo sie sichtbar seyn wird. Denn weil der Mondsschatten nur einen kleinen Theil der Oberfläche der Erde bedecket, und seine Breite, oder Abweichung von der Ekliptik, seinen Schatten in so verschiedenen Richtungen auf die Erde wirft, so muß man eine weitläuftige Berechnung zu Hülfe nehmen, wenn man die Oerter bestimmen will, wo er hinfällt.

Siebenzehnte Aufgabe.

Wie man die Kugel, nach der Breite eines Orts, dem Zenith *), und dem Orte der Sonne recht stellet.

Man suche (nach der ersten Aufgabe) die Breite des Orts, und erhöhe, wenn der Ort auf der nordlichen Halbkugel liegt, den Nordpol so viele Grade übern Horizont (indem man vom Pole des Mittags-Ringes herunter zählet), als die Breite des Orts ist. Ist er auf der südlichen Halbkugel, so erhöhe man den Südpol auf eben die Art. Alsdenn drehe man die Kugel bis der Ort zum Mittags-Ringe kommt, und befestige den Höhen-Quadranten, an dem Grad der Breite des Ortes, oder im Zenith. Wenn dieses geschehen, so bringe man den Ort der Sonne in der Ekliptik für den gegebenen Tag (nach der 10ten Aufgabe) zur eingetheilten Seite des Mittags-Ringes, und stelle den Stundenzeiger auf die obere 12; so stehet die Kugel recht.

Anmerkung. Die Breite eines Orts ist der Erhöhung des nächsten Himmelspols über den Horizont dieses Ortes gleich: und die Himmelspole sind gerade über die Pole der Erde; 90 Grade von der Equinoktiallinie.

Wir

*) Unter Zenith verstehet man, im allgemeinen Verstande, den höchsten Punkt des Mittags-Ringes übern Horizont. Im eigentlichen Verstande aber, den Punkt des Himmels, der über einem gegebenen Platz, zu einer gegebenen Zeit, senkrecht steht.

Wir mögen daher seyn, auf welcher Stelle der Erde wir wollen, so sehen wir, woferne die Gränze unsers Gesichtskreises durch keine Berge unterbrochen ist, die eine Hälfte des ganzen Himmels rund um uns herum; oder 90 Grade von dem Punkte der über unserm Kopf ist. Und wenn wir unterm Equator stehen, so liegen die Pole des Himmels in nnserm Horizont, oder in der Gränze unsers Gesichtskreises. Gehen wir vom Equatore zu einem der Pole, so sehen wir denselben Pol des Himmels nach und nach über unsern Horizont heraufgehen, und zwar genau eben so viele Grade als wir vom Equatore weggegangen sind: und stünden wir endlich bey einem der beyden Erdpole, so würde der Himmelspol gerade über unserm Kopf stehen.

Folglich ist die Erhöhung, oder die Polhöhe eines Orts eben so viele Grade über seinen Horizont erhoben, als die Zahl der Grade ist, die derselbe Ort vom Equatore liegt.

Achtzehnte Aufgabe.

Wenn die Breite eines Orts, die nicht über 66½ Grade *), und der Tag des Monats gegeben ist; alsdenn die Zeit des Sonnen-Auf- und Unterganges: folglich seine Tag- und Nachtlänge zu finden.

Zuförderst stelle man die Kugel nach der Breite des Orts, und der Sonne in der Ekliptik für den gegebenen Tag (wie in der vorigen Aufgabe); alsdenn bringe man den Ort der Sonne in der Ekliptik, an der Ostseite zum Horizonte, so zeigt der Stundenzeiger die Zeit des Sonnen-Aufganges. Hierauf drehe man die Kugel, bis der Ort der Sonne zur Westseite des Horizonts kommt, so zeigt der Zeiger die Zeit des Sonnen-Unterganges. Wenn alsdenn die Stunde des Unterganges verdoppelt wird, so hat man die Tageslänge: und wenn die Stunde des Aufganges verdoppelt wird, die Nachtlänge.

Neun-

*) Alle Oerter, deren Breite mehr als 66 und ein halb Grade, liegen in der kalten Zone, und diesen gehet die Sonne während einer gewissen Anzahl Tage nicht unter. Daher ist die Bestimmung der Breite von 66 und ein halb Graden entstanden.

Neunzehnte Aufgabe.

Wenn die Breite eines Ortes, und der Tag des Monats gegeben ist: die Zeit der Morgen- und Abend-Dämmerung für diesen Ort zu finden.

Diese Aufgabe leidet oftmals einige Einschränkung. Denn wenn die Sonne nicht tiefer als 18 Grade unterm Horizont gehet, so währet die Dämmerung die ganze Nacht; zwischen 49 und 66½ Graden der Breite, im Sommer viele Nächte hinter einander; und je näher die Breite an 66½ Grade, je grösser ist die Zahl der Nächte. Die Zeit aber, wenn die Dämmerung anfängt und aufhört, lässet sich auf folgende Art beweisen.

Man stelle zuförderst die Kugel richtig, und bringe den Ort der Sonne in der Ekliptik, nach Osten im Horizont; alsdenn zeichne man den Punkt der Ekliptik, der nun in der Westseite des Horizonts, dem Orte der Sonne gegenüber liegt, mit ein wenig Kreide. Wenn dieses geschehen, so lege man den Höhen-Quadranten über gedachten Punkt, drehe die Kugel ostwärts, und halte den Quadranten auf das Kreidezeichen, bis es 18 Grade an demselben heraufgegangen; so wird der Stundenzeiger den Anfang der Morgendämmerung anzeigen; weil der Ort der Sonne alsdenn 18 Grade unter der Ostseite des Horizonts ist.

Nun bringe man den Ort der Sonne an der Westseite im Horizont, so wird der Kreidepunkt eben in Osten heraufgehen; alsdenn lege man abermal den Höhen-Quadranten

dranten drüber, bis der Kreidepunkt, durch die Umdrehung der Kugel, 18 Grade an denselben heraufgegangen, so zeiget der Zeiger die Stunde, wenn die Abend-Dämmerung sich endigt, weil der Ort der Sonne 18 Grade unter dem westlichen Horizont ist.

Zwanzigste Aufgabe.

Den Tag im Jahre zu finden, wenn die Sonne einem gegebenen Orte der kalten Norderzone nicht untergeht, und wie lange sie dieses thue.

Man berichtige die Kugel für die Breite des Orts, und drehe sie herum, bis ein oder anderer Punkt der Ekliptik zwischen dem Widder und Krebs, mit dem Nordpunkt des Horizonts, da wo ihn der Mittags-Ring durchschneidet, zusammen trift; alsdenn suche man am Horizont, welchen Tag im Jahre die Sonne in diesem Punkt der Ekliptik sey: weil dieses der Tag ist, wo die Sonne an dem gegebenen Ort nicht mehr untergeht. Hierauf drehe man die Kugel, bis ein oder anderer Punkt zwischen dem Krebs und der Wage abermal auf eben die Art zusammentrift, und suche wiederum am Horizont den Tag, wo die Sonne in diesem Punkt ist; so hat man den Tag, wenn die Sonne wiederum anfängt auf und unter zu gehen. Die Anzahl der natürlichen Tage *), von allen 24 Stunden, die zwi-

*) Unter einem natürlichen Tag verstehet man die volle Zeit von 24 Stunden: unter einem gewöhnlichen hingegen die Zeit wo die Sonne überm Horizont ist.

zwischen den beyden, auf obige Art gefundenen Tagen verflossen, bestimmen die Länge der Zeit, die die Sonne übern Horizont verweilet, ohne unterzugehen; weil der Theil der Ekliptik, der zwischen die beyden Punkte lieget, die den Horizont in Norden durchschneiden, niemal unter den Horizont gehet; dagegen aber von dem gegenüber liegenden Theile der Ekliptik eben soviel über denselben nicht heraufgeht; folglich die Sonne im Winter gerade eben so lange unterm Horizont verweilet, als sie im Sommer drüber bleibet.

Man siehet hieraus, wenn man die Erdkugel mit Aufmerksamkeit betrachtet, daß alle Oerter auf der ganzen Erde das wohlthätige Licht der Sonne eben so lange geniessen, als sie dessen beraubt sind. Denn beym Equator sind die Tage und Nächte von gleicher Länge; und an allen übrigen Oertern sind die Tage zu einer Jahreszeit, den Nächten der andern Jahreszeit völlig gleich.

Ein und zwanzigste Aufgabe.

Die Breite zu finden, wo die Sonne, ohne unterzugehen, scheinet: und wo diese Zeit weniger als 182½ *) unserer Tage und Nächte ausmacht.

Man suche einen Punkt in der Ekliptik, der halb so viele

*) Die Ursache der Einschränkung von 182 und ein halb unserer Tage und Nächte kommt daher, weil sie ein halbes Jahr ausmachen, und weil dieses die längste Zeit ist, da die Sonne, selbst bey den Polen der Erde, nicht untergehet.

viele Grade vom Anfange des Krebses (entweder gegen den Widder oder der Wage) entfernt ist, als natürliche Tage gegeben sind, und bringe den Punkt zur Nordseite des Mittags-Ringes, wo die Grade vom Pole zum Equatore bezeichnet sind. Hierauf halte man die Kugel, damit sie sich nicht um ihre Achse drehen könne, und schiebe den Mittags-Ring so lange, bis der vorgedachte Punkt der Ekliptik zum Nordpunkte des Horizonts kommt; so wird die Polhöhe der gesuchten Breite gleich seyn.

Zwey und zwanzigste Aufgabe.

Wenn die Breite eines Ortes, doch nicht über $66\frac{1}{2}$ Grade, und der Tag des Monats gegeben ist, der Sonnen-Amplitudo, oder den Punkt des Kompasses zu finden, wo sie an dem Tage auf- und untergeht.

Man stelle die Kugel recht, und bringe den Ort der Sonne im Osten zum Horizonte; alsdenn beobachte man, welcher Punkt des Kompasses diesem Orte der Sonne am Horizont gerade gegenüber stehet; so hat man ihre Amplitudo beym Aufgehen. Alsdenn drehe man die Kugel, bis der Ort der Sonne zur Westseite des Horizonts kommt, so hat man den Punkt ihrer Amplitudo beym Untergehen. Oder man kann auch die aufgehende Amplitudo, von dem Grade des Ostpunkts am Horizonte bis zu dem Grad zählen,

len, wo ihn der Ort der Sonne schneidet: und die untergehende Amplitudo, von dem Westpunkte des Horizonts bis zum Orte ihres Unterganges.

Drey und zwanzigste Aufgabe.

Wenn die Breite, der Ort der Sonne, und ihre Höhe *) gegeben ist; die Stunde des Tages, und das Azimuth der Sonne: oder, die Zahl der Grade zu finden, die sie vom Meridiane ist.

Man stelle die Kugel recht, und bringe den Ort der Sonne am Höhen-Quadranten auf die gegebene Höhe; und zwar, wenn die Zeit Vormittags ist, an der Ostseite des Horizonts, und wenn sie Nachmittags, an der Westseite desselben; alsdenn wird der Stundenzeiger die Stunde anzeigen; und die Zahl der Grade, die zwischen dem Höhen-Quadranten und dem Südpunkt eingeschlossen sind, ist das wahre Azimuth der Sonne für die gefundene Zeit.

Wenn bey Auflösung einer Aufgabe vom Höhen-Quadranten die Rede ist, so verstehen wir dieses immer von der eingetheilten Seite desselben.

*) Die Höhe der Sonne zu einer gewissen Zeit, ist die Zahl der Grade, die sie zu der Zeit übern Horizont erhoben ist.

Bey Gelegenheit obiger Aufgabe müssen wir anmerken; daß wenn diese Auflösung zur See gemachet würde, und man das gefundene Azimuth mit dem vergleichet, wie es der Kompaß angiebt; so ist die Folge: daß die Nadel keine Abweichung habe, wenn sie beyde übereintreffen; thun sie dieses aber nicht, so weicht die Nadel ab: und zwar so viel als der Unterschied beträgt.

Vier und zwanzigste Aufgabe.

Wenn die Breite, die Stunde des Tages, und der Ort der Sonne gegeben ist; alsdenn die Sonnenhöhe und ihr Azimuth zu finden.

Man stelle die Kugel recht, und drehe sie, bis der Zeiger auf die gegebene Stunde zeiget; alsdenn lege man den Höhen-Quadranten auf den Ort der Sonne in der Ekliptik: so ist der Grad des Quadranten, der den Ort der Sonne schneidet, ihre dermalige Höhe übern Horizont; und der Grad, den der Quadrant im Horizont schneidet, ihr Azimuth; von Süden an gerechnet.

Fünf und zwanzigste Aufgabe.

Wenn die Breite, die Höhe der Sonnen, und ihr Azimuth gegeben ist; alsdenn die Stelle der Sonne in der Ekliptik, den Tag des Monats, und die Stunde des Tages zu finden, wenn sie gleich alle verlohren wären.

Man stelle die Kugel auf die gegebene Breite, schraube den Höhen-Quadranten im Zenith *) feste, und lege ihn am Horizonte im Azimuth; halte ihn daselbst an, und drehe die Kugel um ihre Achse, bis die Ekliptik den Quadranten auf der gegebenen Höhe schneidet: so ist der Punkt der Ekliptik, wo der Quadrant sie durchschneidet, der Ort der Sonne: und der damit übereinstimmende Tag des Monats findet sich am Horizont. Nun halte man den Quadranten ferner in der nemlichen Lage, bringe den Ort der Sonne zum Mittags-Ringe, und stelle den Stundenzeiger auf 12, drehe die Kugel wieder zurück, bis der Ort der Sonne den Quadranten abermal schneidet, so zeiget der Zeiger die Stunde an.

Weil zwey Punkte der Ekliptik, die vom ersten Grade des Krebses oder des Steinbocks gleich weit abliegen, einerley Breite und Azimuth in ebenderselben Stunde haben,

 obgleich

*) Hier verstehen wir unter Zenith den Grad der gegebenen Breite am Mittags-Ringe.

obgleich die Monate unterschieden sind; so wird bey dieser Aufgabe einige Vorsicht erfordert, damit man sich in dem Monat und dem Tag des Monats nicht irren möge. Zu dem Ende ist es nöthig; daß man vom 20sten März bis den 21sten Junius den Theil der Ekliptik nehme, der zwischen den Anfang des Widders und des Krebses ist; vom 21sten Junins bis den 23sten September, den zwischen den Krebs und der Wage; vom 23sten September bis den 21sten December, den zwischen der Waage und den Steinbock; und vom 21sten December bis den 20sten März, den zwischen den Steinbock und Widder. Auf die Art kann man immer wissen, im welchem Vierteljahre man die Sonnenhöhe und ihr Azimuth nehmen muß, weil obige Eintheilung der Ekliptik immer in den dazu gehörigen Monat und Tag zurecht weiset.

Sechs und zwanzigste Aufgabe.

Die Länge des längsten Tages für einen jeden gegebenen Ort zu finden.

Liegt der Ort an der Norderseite des Equatoris, so suche man seine Breite (nach der 1sten Aufgabe), und erhöhe den Nordpol auf diese Breite; bringe hierauf den Anfang des Krebses zum Mittags-Ringe, und stelle den Zeiger auf 12. Hat der Ort Süderbreite, so verfährt man auf die nemliche Art mit dem Südpol: nur daß alsdenn der Anfang des Steinbocks genommen werden muß. Wenn dieses geschehen, so drehe man die Kugel westwärts, bis der Anfang des Krebses oder Steinbocks (nachdem die

Breite

Breite Norden oder Süden) zum Horizont kommt, so zeiget der Zeiger den Punkt des Sonnen-Unterganges, und ist über alle Nachmittags-Stunden weggegangen. Diese Stunden doppelt genommen, geben die ganze Länge des Tages vom Aufgange bis zum Untergange der Snnne.

Sieben und zwanzigste Aufgabe.

Zu finden, in welcher Breite der längste Tag von einer gegebenen Anzahl Stunden, weniger als 24, sey.

Man bringe, nachdem die Breite Norden oder Süden ist, den Anfang des Krebses oder des Steinbocks zum Mittags-Ringe, und erhöhe den einen oder den andern Pol auf $66\frac{1}{2}$ Grade. Alsdenn stelle man den Stundenzeiger auf die obere 12, und drehe die Kugel westwärts, bis der Zeiger die Hälfte der gegebenen Stunden zeigt; wenn dieses geschehen, so halte man die Kugel, daß sie sich nicht verrücke, und schiebe den Mittags-Ring nieder, bis der obgedachte Punkt der Ekliptik (nemlich Krebs oder Steinbock) zum Horizont kommt, so ist die Polhöhe der gesuchten Breite gleich.

Acht und zwanzigste Aufgabe.

Wenn die Breite eines Ortes, die nicht über 66½ Grade, gegeben ist; alsdenn zu finden, in welchem Klimate *) der Ort liege.

Man suche die Länge des längsten Tages, nach der 26sten Aufgabe, und verdoppele die Zahl der Stunden, die über 12 sind: so giebt die Summe das Klima, worin der Ort liegt.

Neun und zwanzigste Aufgabe.

Wenn die Breite, und der Tag des Monats gegeben ist: die Stunde des Tages zu finden.

Man setze den Horizont genau wagerecht, und stelle, mittelst eines guten Kompasses, den Mittags-Ring gerade nach

*) Unter Klima verstehet man, eine Strecke Land auf der Oberfläche der Erde, die, vom Equatore zu den Polarzirkeln, zwischen zwoen solchen Parallelen der Breite eingeschlossen ist, wo der längste Tag der einen, den längsten Tag der andern um eine halbe Stunde übertrift. Dagegen ist von den Polarzirkeln bis zu den Polen, wo die Sonne, ohne unterzugehen, lange über den Horizont verbleibet, zwischen jedem Klimate und dem so ihm das nächste ist, ein ganzer Monat Unterschied. Vom Equator bis zu jedem Polarzirkel rechnet man 22 Klimate: und von jedem Polarzirkel bis zu seinem Pole 6.

Norden und Süden; alsdenn richte man die Kugel, und stecke in den Ort der Sonne in der Ekliptik eine feine Nadel, dem Theile der Oberfläche der Kugel perpendikulär; drehe die Kugel um ihre Achse, bis die Nadel zum Mittags-Ringe kommt und stelle den Zeiger auf 12. Denn drehe man die Kugel wieder um ihre Achse, bis die Nadel gerade zur Sonne zeigt (welches sie alsdenn thut, wenn sie gar keinen Schatten wirft), so zeigt der Zeiger die Stunde.

Dreyßigste Aufgabe.

Wie man auf eine angenehme Art zeigen könne; welche Oerter auf der Erde von der Sonne beschienen werden, und welche Stunde es sey.

Man nehme die Erdkugel aus dem Horizont und aus dem Mittags-Ring heraus, und setze sie auf ein Fußgestelle im Sonnenschein: und zwar so, daß der Nordpol gerade gegen den Nordpol des Himmels, und der Meridian des Ortes, wo man ist, gerade gegen Süden gerichtet sey. Alsdenn bescheinet die Sonne eben dieselben Oerter auf der Kugel, die sie auf der Erde bescheinet, und gehet den einen auf, und den andern unter; welches man an der Stelle der Kugel wahrnehmen kann, wo die erleuchtete Hälfte der Kugel durch die Gränze des Lichts und Schattens von der dunklen Hälfte getrennet wird; und aus der Ursache ha-

ben alle Oerter, die von der Sonne beschienen werden, zu der Zeit Tag; und die übrigen haben Nacht.

Wenn man nun einen schmalen Streifen Papier rund um den Equator ziehet, und solchen in 24 gleiche Theile theilet: so daß man bey dem Meridian seines Orts anfängt, und die Stunden auf die Art zu den Theilungen setzet, daß die eine von den beyden Sechsen gerade auf dem Meridian stehet: so wird die Sonne, wenn sie des Mittags auf diesem Meridian steht, ganz genau die beyden Zwölfen bescheinen; um Ein Uhr die beyden Einen u. s. f. Und die Stelle, wo die erleuchtete Hälfte der Kugel sich von der beschatteten in diesem Stundenzirkel trennet, wird die Stunde des Tages anzeigen.

Dieses wären die vornemsten Aufgaben zum Gebrauche der künstlichen Erdkugel. Jetzt wollen wir noch einige allgemeine Bemerkungen hinzufügen, und alsdenn zum Gebrauche der Himmelskugel übergehen.

1) Die Breite eines Ortes, ist der Höhe des Pols über den Horizont dieses Ortes gleich: und die Höhe des Equatoris ist dem Complement der Breite gleich; oder demjenigen, was die Breite weniger ist als 90 Grade.

2) Die Oerter, die gerade untern Equator liegen, haben gar keine Breite, weil die Breite allda anfängt: und die Oerter, die unter dem ersten Meridian liegen, haben gar keine Länge, weil die Länge allda anfängt. Folglich hat der Ort der Erde, wo der erste Meridian den Equatorem durchschneidet, weder Länge noch Breite.

3) An

3) An allen Oertern der Erde kann man die Punkte des Kompasses im Horizont unterscheiden, nur nicht bey den Polen. Denn vom Nordpole ist jeder Ort Süden: und vom Südpole jeder Ort Norden. Da nun die Sonne bey jedem Pole ein halbes Jahr wechselsweise übern Horizont ist, so kann man nicht sagen, daß sie von dem Meridiane des einen oder des andern Pols ein ganzes halbes Jahr weggegangen sey. Folglich kann man jeden Augenblick der Zeit beym Nordpol ein halbes Jahr hindurch Mittag nennen; und der Wind mag wehen von welcher Gegend er wolle, so muß er immer aus Süden, und beym Südpol immer aus Norden wehen.

4) Weil eine Hälfte der Ekliptik über den Horizont des Pols ist, und die Sonne, der Mond, und die Planeten sich in (oder beynahe in) der Ekliptik bewegen, so gehen sie den Polen sämmtlich auf und unter. Wogegen die Sterne, da sie ihre Abweichungen vom Equatore nimmer verändern (wenigstens nicht merklich in einem Zeitalter), niemal unter den Horizont eines Pols gehen, wenn sie einmal über denselben sind: und niemal über denselben heraufgehen, wenn sie einmal drunter sind.

5) Alle Oerter der Erde geniessen, in Ansehung der Zeit, das Licht der Sonne gleich lange: und sind dessen gleich lange beraubt.

6) An allen Oertern beym Equatore, sind die Tage und Nächte, zu jeder Jahrszeit, gleich lang; nemlich 12 Stunden. Denn obgleich die Sonne wechselsweise gegen Norden und Süden abweicht, so muß

sie

sie dennoch während der einen Hälfte ihres täglichen Umlaufs stets über der Erde, und während der andern Hälfte stets unter derselben verbleiben, weil der Horizont des Equatoris, alle Parallelen der Breite und der Deklination in die Mitte durchschneidet.

7) Wenn die Deklination der Sonne grösser ist, als die Breite eines Orts, so kommt diesem Orte die Sonne zweymal des Vormittags, und zweymal des Nachmittags, zu ein und eben dasselbe Azimuth, oder Punkt des Kompasses; das ist; sie gehet, so lange ihre Deklination grösser bleibt, als die Breite des Orts, jeden Tag zweymal zurück. Z. E. Man setze, die Kugel sey nach der Breite von Barbados, welches auf 13 Grade Norderbreite lieget, richtig gestellet: und die Sonne wäre in der Ekliptik, zwischen die Mitte des Stiers und des Löwen. Wenn man alsdenn den Höhen-Quadranten ohngefähr 18 Grade von Norden nach Osten im Horizont leget, den Ort der Sonne mit einem Kreidepunkt bezeichnet, und die Kugel westwärts um ihre Achse drehet, so wird besagtes Zeichen ein wenig nordwärts von dem Quadranten am Horizont heraufgehen, und im Aufsteigen den Quadranten gegen Süden kreuzen; ehe es aber zum Mittags-Ringe kommt, wird es den Quadranten noch einmal kreuzen, und nordwärts von Barbados den Meridian paßiren. Wenn hierauf der Quadrant ohngefähr 18 Grade Norden nach Westen geleget wird, so wird das Zeichen, im Niedersteigen vom Mittags-Ringe zum Horizonte, ihn des Nachmittags abermal zweymal kreuzen.

8) Wenn

8) Wenn die Sonne in der Equinoktiallinie ist, so haben alle Oerter auf der ganzen Erde Tag und Nacht von gleicher Länge; nemlich 12 Stunden. Denn alsdenn ist auf allen Polhöhen die eine Hälfte des Equatoris oder der Equinoktiallinie überm Horizont, und die andere Hälfte unter demselben.

9) Tag und Nacht sind zu keiner andern Zeit im Jahre gleich lang, als nur, wenn die Sonne in die Zeichen des Widders und der Wage tritt. In allen andern Theilen der Ekliptik wird der Kreiß der täglichen Sonnenbahn vom Horizonte in zweene ungleiche Theile getheilet.

10) Je näher ein Ort dem Equatore liegt, je kleiner ist daselbst der Unterschied zwischen der Tag- und Nachtlänge; und je weiter er davon liegt, je grösser ist derselbe. Denn die Kreise, die die Sonne alle 24 Stunden am Himmel beschreibt, sind im ersten Falle gleicher, und im letzten ungleicher durchschnitten.

11) Alle Oerter, die auf einer und ebenderselben Parallele der Breite liegen, haben Tage und Nächte von einerley Länge oder Kürze; denn wenn die Kugel nach der Deklination der Sonne richtig gestellet worden, und alsdenn rund gedrehet wird, so werden alle Oerter dieser Parallele gleich lange über, und gleich lange unter dem Horizont verbleiben.

12 Jedem Orte zwischen den Tropicis stehet die Sonne zweymal im Jahre senkrecht; unter den Tropicis einmal; sonst aber nirgends. Denn zwischen den Tropicis kann kein Ort seyn, ohne daß daselbst zwey Punkte in der Ekliptik wären, deren Deklination

vom

vom Equatore der Breite des Ortes gleich sey. Dagegen ist nur ein Punkt in der Ekliptik, dessen Deklination der Breite der Oerter unter den Tropicis gleich ist, und die der Punkt trift. Und da die Sonne niemalen über die Tropicos hinausgeht, so kann sie auch keinem einzigen Orte, der über die Tropicos hinaus liegt, senkrecht stehen.

13) Alle Oerter in der heissen Zone haben die kürzeste Dämmerung, weil die Sonne daselbst beynahe senkrecht gehet. In der kalten Zone hingegen ist sie am längsten, weil die Sonne daselbst mit dem Horizont beynahe parallel gehet; und weil die Dämmerung noch immer fortwährt, wenn auch die Sonne schon 18 Grade unter den Horizont gegangen. In den gemäsigten Zonen ist sie zwischen beyden, weil die Schräge der Sonnenbewegung ebenfalls zwischen beyden ist.

14) Alle Oerter, die unmittelbar unter die Polarzirkel liegen, haben die Sonne, wenn sie im nächsten Tropico ist, 24 Stunden übern Horizont; weil kein Theil dieses Tropici unter ihren Horizont ist. Dagegen haben sie die Sonne, wenn sie im andern Tropico ist, 24 Stunden untern Horizont, weil kein Theil dieses Tropici über ihren Horizont heraufgeht. Zu allen andern Jahrszeiten aber gehet sie ihnen, gleich den übrigen Oertern, wechselsweise auf und unter; weil alle Kreise, die dem Equatore parallel zwischen die Tropicos gezogen werden können, weniger oder mehr vom Horizont durchschnitten werden, je nachdem sie dem Tropico, der ganz übern Horizont ist, weiter

oder

oder näher sind: und weil die Sonne, wenn sie nicht gerade in einem von den beyden Tropicis ist, einen oder den andern dieser Kreise durchlaufen muß.

15) Alle Oerter der nordlichen Hemisphäre, vom Equatore bis zu den Polarzirkeln, haben den längsten Tag und die kürzeste Nacht, wenn die Sonne im Norder-Tropico ist; und den kürzesten Tag und die längste Nacht, wenn sie im Süder-Tropico ist. Weil kein Kreiß des täglichen Laufes der Sonne so hoch übern Horizont, und so wenig drunter ist als der Norder-Tropicus: und keiner so wenig drüber und so sehr drunter als der Süder-Tropicus. In der südlichen Hemisphäre ist es umgekehrt.

16) Allen Oertern zwischen den Polarzirkeln und den Polen gehet die Sonne eine gewisse Anzahl Tage (oder vielmehr 24 Stunden) nicht unter: und in der andern Jahrszeit nicht auf; weil ein Theil der Ekliptik im ersten Falle nicht unter, und im andern Falle nicht über den Horizont heraufgehet. Und je näher oder je weiter diese Oerter vom Pole liegen, desto länger oder kürzer ist die Zeit, wo die Sonne nicht unter und nicht aufgeht.

17) Wenn ein Schiff aus einem oder dem andern Hafen abgehet, und ostwärts rund um die Erde segelt, so hat die Besatzung, oder die Mannschaft des Schiffs, bey ihrer Zurückkunft (sie geschehe in kürzerer oder in längerer Zeit) nach demselben Hafen, einen ganzen Tag in ihrer Zeitrechnung gewonnen; das ist, sie rechnet einen Tag mehr als die Einwohner des Orts, die daselbst zurückgeblieben sind. Denn da sie dem

täglichen

täglichen Laufe der Sonne entgegen gegangen, und jeden Abend weiter vorgerückt sind, so hat ihr Horizont so viel gegen die untergegangene Sonne gewonnen; welches sie nicht würden gethan haben, wenn sie auf einer und derselben Stelle geblieben wären. Und indem sie auf die Art von der Länge eines jeden Tages einen Theil abgeschnitten, der mit ihrer Fortschreitung im Verhältniß stehet, so haben sie dadurch bey ihrer Zurückkunft einen ganzen Tag gewonnen; ob sie gleich in der absoluten Zeit keinen Augenblick mehr gewonnen, als denen verflossen ist, die im Hafen zurückgeblieben. Wären sie westwärts rund um die Erde gesegelt, so haben sie bey ihrer Zurückkunft einen Tag weniger, als diejenigen so im Hafen geblieben sind; denn da sie alsdenn der täglichen Bewegung der Sonne allmählig gefolget, so behalten sie dieselbe so viel länger übern Horizont, so viel ihr Lauf fortrückt, und kürzen dadurch einen ganzen Tag an ihrer Zeitrechnung; ohne daß sie in der absoluten Zeit einen Augenblick verloren.

Wenn also zwey Schiffe zu gleicher Zeit aus einem Hafen abgegangen wären: und das eine segelte ostwärts, und das andere westwärts rund um die Erde, so würden sie bey ihrer Zurückkunft allemal zwey Tage Unterschied in ihrer Rechnung haben. Segelten sie zweymal rund um die Erde, vier Tage u. s. f.

Beschreibung und Gebrauch der Himmels-Kugel.

Zuförderst ist zu bemerken; daß da der Equator, die Ekliptik, die Tropici, die Polarzirkel, der Horizont, und der Mittags-Ring, bey beyden Kugeln gleich sind, alle vorhergehende Aufgaben, insoferne sie die Sonne angehen, durch beyde Kugeln auf eine und dieselbe Art aufgelöset werden können. Es ist daher die Methode, nach welcher man die Himmelskugel richtig stellet, mit der, nach welcher man die Erdkugel stellet, völlig einerley. Man erhöhet nemlich den Pol nach der Breite des Orts; schraubet den Höhen-Quadranten im Zenith feste; bringet den Ort der Sonne in der Ekliptik unter der eingetheilten Seite des Mittags-Ringes, über den Südpunkt des Horizonts; und stellet den Stundenzeiger auf die obern 12.

NB. Der Ort der Sonne an jedem Tag des Jahrs, stehet am Horizont der Himmelskugel gerade über diesen Tag; auf gleiche Art, wie auf der Erdkugel.

Dagegen wird die Breite und die Länge der Sterne, sowohl als der übrigen Phenomenen am Himmel, auf eine ganz andere Art gerechnet, als die Breiten und Längen der Oerter auf der Erde. Denn die Breiten der Erde werden vom Equatore gerechnet, und die Längen von dem Meridiane eines oder des andern merkwürdigen Ortes. Die Breiten des Monds, der Sterne, der Planeten, und der Kometen hingegen, werden von den Astronomen aller Nationen, von der Ekliptik, und ihre Längen vom Equinoktial-

Coluro *) gerechnet; und zwar von dem Halbzirkel desselben, wo er die Ekliptik beym Anfange des Widders durchschneidet, ostwärts herum, bis wieder zu demselben Halbzirkel. Folglich haben die Sterne, die zwischen der Equinoktiallinie und der nordlichen Hälfte der Ekliptik liegen, Norder-Deklination und Süder-Breite; die so zwischen der Equinoktiallinie und der südlichen Hälfte der Ekliptik liegen, Süder-Deklination und Norder-Breite; und die die zwischen den Tropicis und den Polen liegen, ihre Deklination und Breite nach eben derselben Benennung.

Man findet auf der Himmelskugel sechs grosse Zirkel, welche die Ekliptik senkrecht durchschneiden, und in zweenen einander gegenüber liegenden Punkten, in den Polarzirkeln zusammentreffen; wovon jeder 90 Grade von der Ekliptik absteht, und ihre Pole genennet werden. Diese Polarpunkte theilen obige Zirkel iu 12 Halbzirkel, welche die Ekliptik beym Anfang der 12 Himmelszeichen durchschneiden. Sie gleichen eben so vielen Meridianen auf der Erdkugel; und so wie alle Oerter, die unter einem besondern Meridian-Halbzirkel auf der Erdkugel liegen, gleiche Länge haben; so haben alle die Punkte des Himmels, durch welche einer der obgedachten Halbzirkel gezogen ist, ebenfalls gleiche Länge. — Und so wie auf der Erde die grösten Norder- und Süder-Breiten in dem Nord- und

*) Dieses ist der grosse Kreiß, der durch die Equinoktial-Punkte beym Anfange des Widders und der Wage, und durch die Weltpole gehet. Der grosse Kreiß hingegen, der durch den Anfang des Krebses und Steinbocks, und folglich durch die Pole der Ekliptik und die Weltpole gehet, wird der Solstitial-Colurus genennet.

Südpol der Erde liegen; so sind die grösten Norder- und Süderbreiten am Himmel in dem Nord- und Südpol der Ekliptik.

Damit sie die Sterne, nach ihrer Lage und Stellung, unterscheiden könnten, theilten die Alten das ganze sichtbare Firmament der Sterne in besondere Abtheilungen, welche sie Sternenbilder nenneten, und welche sie in Figuren solcher Thiere und Geschöpfe zusammenzogen, als auf der Himmelskugel gezeichnet sind. Diejenigen Sterne hingegen, die zwischen ihren Figuren lagen, und nicht in ein oder anderes von diesen Bildern hineingezogen werden konnten, nenneten sie, ungebildete Sterne.

Da sie ferner beobachteten; daß der Mond und die Planeten sich in Kreisen bewegen, die die Ekliptik (oder den Kreiß der Sonnenbahn) in kleinen Winkeln durchschneiden, und daß sie in der einen Hälfte ihres Laufes durch den gestirnten Himmel, an der Norderseite, und in der andern Hälfte an der Süderseite der Ekliptik sich befinden: niemals aber volle 8 Grade an jeder Seite drüber hinausgehen; so unterschieden die Alten diesen Raum durch zwey kleinere Zirkel, die der Ekliptik, in einer Weite von 8 Graden, an beyden Seiten parallel laufen: und diesen Raum nannten sie den Thierkreiß; weil die meisten von ihren darin gesetzten 12 Sternenbildern einer oder andern lebendigen Kreatur ähnlich seyn sollte.

Die Namen dieser Bilder; oder wie wir sie jetzt gewöhnlich nennen, der Zeichen, haben wir bereits oben bey der Erdkugel angeführt.

Hiebey ist anzumerken; daß in den ersten Zeiten der Astronomie, wo sie gewissermaßen noch in der Kindheit

war, diese 12 Sternenbilder an oder nahe bey den Stellen der Ekliptik stunden, wo die Zeichen auf der Kugel angedeutet sind; allein jetzt ist jedes Bild, wegen der Zurücktretung der Equinoktialpunkte, ein ganzes Zeichen weiter vorgerückt. So daß das Sternenbild des Widders nun in dem ehemaligen Platz des Stiers: das Bild des Stiers nun in dem Platz der Zwillinge u. s. f. stehet.

Die Sterne scheinen von unterschiedener Grösse zu seyn, und es ist wahrscheinlich, daß solches von ihrer mehreren oder minderen Entfernung herrühret. Die hellesten und grössesten nennet man Sterne der ersten Grösse. Die, so ihnen an Glanz und Ansehen zunächst folgen, Sterne der zwoten Grösse; und so weiter bis zur sechsten Grösse: als welches die kleinsten sind, die man mit blossen Augen sehen kann.

Einigen der merkwürdigsten hat man Namen gegeben; als Castor und Pollux, in den Häuptern der Zwillinge; Sirius, in der Schnauze des grossen Hundes; Procyon, in der Seite des kleinen Hundes; Rigel, im linken Fuß des Orion; Arcturus, bey der rechten Lende des Bootes 2c.

Dieses wird genug seyn, zur vorläufigen Erklärung dessen was man wissen muß, wenn man die Aufgaben mittelst der Himmelskugel beweisen will. Jetzt wollen wir die nützlichsten dieser Aufgaben anführen, und die so von geringer, oder gar keiner Bedeutung sind, übergehen.

Erste Aufgabe.

Die gerade Aufsteigung *) und Abweichung **) der Sonne oder eines Fixsterns zu finden.

Man bringe den Ort der Sonne in der Ekliptik zum Mittags-Ringe: alsdenn ist der Grad der Equinoktiallinie den der Mittags-Ring durchschneidet, der Sonne gerade Aufsteigung; und der Grad des Ringes, der über den Ort der Sonne stehet, ihre Abweichung.

Bringet man einen Stern zum Mittags-Ringe, so ist seine gerade Aufsteigung, der Grad, den der Ring in der Equinoktiallinie durchschneidet; und der Grad des Ringes, der über ihm stehet, seine Abweichung.

So daß gerade Aufsteigung und Abweichung, oder Rectascension und Deklination, auf der Himmelskugel das nemliche ist, was Breite und Länge auf der Erdkugel ist.

*) Der Grad der Equinoktiallinie der, vom Anfange des Widders gerechnet, mit der Sonne oder dem Sterne zum Mittags-Ringe kommt, ist ihre gerade Aufsteigung.

**) Der Abstand der Sonne oder des Sterns von der Equinoktiallinie, gegen einen der beyden Pole, ist ihre Abweichung nach Grade gerechnet; und also entweder nordlich oder südlich.

Zweyte Aufgabe.

Eines Sterns Breite und Länge (Latitudo und Longitudo) zu finden.

Ist der Stern an der Norderseite der Ekliptik, so schraube man den Höhen-Quadranten an den Nordpol der Ekliptik, da wo die 12 Halbzirkel zusammen laufen, welche die Ekliptik in die 12 Zeichen theilen. Ist er an der Süderseite, so schraube man ihn an den Südpol. Hierauf drehe man den Quadranten, bis sein eingetheilter Rand den Stern schneidet; alsdenn ist die Zahl der Grade, die zwischen der Ekliptik und dem Stern eingeschlossen sind, seine Breite; und der Grad der Ekliptik, den der Quadrant schneidet, seine Länge; nach dem Zeichen gerechnet, worinn der Quadrant liegt.

Dritte Aufgabe.

Den Anblick des gestirnten Himmels, in jeder Stunde der Nacht so vorzustellen, als er von einem gegebenen Orte der Erde gesehen wird.

Man stelle die Himmelskugel auf die gegebene Breite, berichtige das Zenith und den Ort der Sonne, auf eben die Art als in der 17ten Aufgabe bey der Erdkugel gezeiget worden, und drehe sie herum, bis der Zeiger auf die gegebene Stunde zeiget; so wird die obere Hälfte der Kugel

gel die sichtbare Hälfte des Himmels zu der Zeit vorstellen, weil alle Sterne der Kugel mit den Sternen am Himmel in gleicher Lage sind. Hat man die Vorsicht gebraucht, die Kugel ganz genau nach Norden und Süden zu stellen, so zeigt jeder Stern der Kugel gegen den nemlichen Stern am Himmel: und man kann dadurch die merkwürdigsten Sterne und Sternenbilder auf eine leichte Art kennen lernen. Alsdenn gehen alle Sterne, die über dem Horizont der Kugel im Osten herauf kommen, am Himmel ebenfalls in Osten auf: und die so unter dem Horizont in Westen hinunter gehen, gehen am Himmel in Westen unter. Ist die Breite nordlich, so stehen alle Sterne, die unter dem obern Theil des Mittags-Ringes zwischen dem Südpunkt des Horizonts und dem Nordpol sind, auf ihrer grösten Höhe; ist sie aber südlich, so stehen die auf ihrer grösten Höhe, die zwischen dem Nordpunkt des Horizonts und dem Südpol sind.

Vierte Aufgabe.

Wenn die Breite eines Ortes und der Tag des Monats gegeben ist; alsdenn die Zeit zu finden, wenn ein bekannter Stern aufgeht, untergeht, und im Meridian ist.

Wenn man zuvor die Kugel richtig gestellet, so drehe man sie herum, bis der gegebene Stern in Osten am Horizont kommt, alsdenn zeigt der Zeiger die Zeit seines

Aufganges. Hierauf drehe man sie abermal bis der Stern in Westen am Horizont kommt, so zeigt der Zeiger die Zeit seines Unterganges. Endlich stelle man den Stern zum Mittags-Ringe, so hat man die Zeit, wenn er im Meridian ist, oder culminirt.

NB. In den Norderbreiten gehen diejenigen Sterne niemal unter, die dem Pole näher liegen, als seine Erhöhung über dem Nordpunkt des Horizonts beträgt; und diejenigen, die dem Südpole näher liegen, als die Zahl der Grade beträgt, die er unterm Horizont ist, gehen niemal auf. In den Süderbreiten geschiehet das Gegentheil.

Fünfte Aufgabe.

Die Zeit des Jahres zu finden, wenn ein gegebener Stern, zu einer gegebenen Stunde der Nacht, im Meridian ist.

Man bringe den gegebenen Stern zum obern Halbzirkel des Mittags-Ringes, und stelle den Zeiger auf die gegebene Stunde; denn drehe man die Kugel bis der Zeiger auf die obere 12 stehet, und der obere Halbzirkel des Mittags-Ringes wird den Ort der Sonne schneiden, der mit dem gesuchten Tag zutrift; welchen Tag man über dem Ort der Sonne im Horizont der Kugel findet.

Sechste

Sechste Aufgabe.

Wenn die Breite, der Tag des Monats, und das Azimuth *) eines bekannten Sterns gegeben ist; alsdenn zu finden, welche Stunde es sey.

Wenn man die Kugel, in Absicht der Breite, des Zeniths, und des Ortes der Sonne zuvor richtig gestellet hat; so lege man den Höhen-Quadranten auf den gegebenen Grad des Azimuth im Horizont: drehe alsdenn die Kugel, bis der Stern unter den Rand des Quadranten kommt: so zeiget der Zeiger die Stunde der Nacht.

Siebente Aufgabe.

Wenn die Breite des Orts, der Tag des Monats, und die Höhe **) eines bekannten Sterns gegeben ist; alsdenn zu finden, welche Stunde es sey.

Man berichtige die Kugel, wie bey der vorigen Aufgabe, schätze, welche Stunde es ohngefähr sey, und drehe

*) Die Zahl der Grade, die die Sonne, der Mond oder ein Stern vom Meridiane ist, es sey nach Osten oder Westen, wird ihr Azimuth genennet.

**) Die Zahl der Grade, die ein Stern, wenn man ihn mit einem Quadranten gemessen, übern Horizont stehet, nennet man seine Höhe.

die Kugel, bis der Zeiger auf die Stunde zeiget; denn lege man den Höhen-Quadranten über den bekannten Stern: und wenn der Grad des Quadranten mit der gefundenen Höhe des Sterns am Himmel zutrift, so hat man recht geschätzet. Ist der Stern hingegen auf der Kugel höher oder niedriger, als die beobachtete Höhe am Himmel, so drehe man die Kugel vor- oder rückwärts, und halte den Quadranten auf den Stern, bis sein Mittelpunkt zu der beobachteten Höhe kommt, alsdenn wird der Zeiger auf die wahre Stunde zeigen.

Achte Aufgabe.

Wie man die Stunde der Nacht, mittelst zweener bekannten Sterne, auf eine leichte Art finden könne, ohne daß man weder ihre Höhe noch ihr Azimuth weiß; und wie man alsdenn daraus, sowohl ihre Höhe als ihr Azimuth bestimmen, und zugleich den wahren Meridian finden könne.

Man stelle zuvor die Himmelskugel richtig; alsdenn hänge man ein kleines Bleygewicht an einen Faden, und führe den Faden so lange zwischen das Auge und den gestirnten Himmel langsam herum, bis derselbe zweene bekannte Sterne zu gleicher Zeit schneidet. Nun schätze man, welche Stunde es ohngefähr sey, und drehe die Kugel, bis der Zeiger auf die gemuthmassete Stunde zeiget; hierauf lege

lege man den Höhen-Quadranten über einen der beyden Sterne, die der Faden durchschnitten; schneidet der Quadrant den zweyten Stern zu gleicher Zeit, so hat man die Stunde recht gemuthmaßet: thut er dieses nicht, so drehe man die Kugel rück- oder vorwärts, bis er beyde Mittelpunkte der Sterne schneidet, und alsdenn zeiget der Zeiger die wahre Stunde. Der Quadrant wird nun, da wo er liegt, den Grad des Horizonts bezeichnen, der das Azimuth beyder Sterne von Süden ist, und ihre Höhe zeigen die Grade des Quadranten, unter welchen sie sich befinden. Wofern man nun in diesem Angenblick einen gewöhnlichen Azimutal-Kompaß wagerecht auf den Fußboden setzet; so daß die beyden Sterne am Himmel eben dieselbe Richtung auf den Kompaß haben (die Abweichung der Nadel abgerechnet)die der Quadrant im Horizonte der Kugel hat, so wird eine Schnur, die man über den Nord- und Südpunkt des Kompasses ausspannet, gerade im Meridian liegen: und wenn man nach dieser Richtung eine Linie auf dem Fußboden ziehet, und im südlichen Ende derselben einen geraden Stift einschlägt, so wird der Schatten des Stifts genau auf diese Linie fallen, sobald die Sonne im Meridian ist.

Neunte Aufgabe.

Den Ort des Monds oder eines Planeten zu finden; und zugleich die Zeit, wenn er aufgeht, untergeht, und im Meridian ist.

Man suche in den Tabellen oder Ephemeriden den geocentrischen *) Ort des Monds oder des Planeten in der Ekliptik für den gegebenen Tag, und bezeichne ihn, nach der in den Ephemeriden berechneten Länge und Breite, mit einem Kreidepunkt auf der Kugel. Alsdenn stelle man die Kugel richtig, und drehe sie westwärts um ihre Achse: so wird, wenn der Punkt in Osten und Westen zum Horizont, und im Mittags-Ringe kommt, der Zeiger die Zeit zeigen, wenn der Planet aufgeht, untergeht, und im Meridian ist. Auf gleiche Art als bey einem Fixsterne.

Zehnte Aufgabe.

Die Phenomene des Herbst-Monds zu erklären.

Hiebey müssen wir folgende Punkte voraussetzen.

1) Daß

*) Der Ort des Monds oder des Planeten, wie er von der Erde gesehen wird, wird sein geocentrischer Ort genennet.

1) Daß da die Sonne die Ekliptik in einem Jahre durchläuft, sie nur einmal im Jahre in einen besondern Punkt derselben seyn kann; und daß ihre Bewegung alle 24 Stunden ohngefähr einen Grad ausmachet.

2) Daß da der Mond die Ekliptik in 27 Tagen 8 Stunden durchläuft, er täglich ohngefähr $13\frac{1}{8}$ Grad darin fortrückt.

3) Daß da die Sonne nur durch einen Theil der Ekliptik geht, in der Zeit der Mond sie ganz durchläuft, der Mond niemal in den Theil der Ekliptik wiederum mit der Sonne in Opposition oder Conjunktion seyn kann, wo er es das nächstvorhergehendemal war; sondern daß er so viel weiter gehen muß, als die Sonne in der Zeit fortgerückt ist; welches, weil es $29\frac{1}{2}$ Tage sind, beynahe ein ganzes Zeichen ausmacht.

Daher kann

4) Der Mond nur einmal im Jahre, in einem bestimmten Theile der Ekliptik mit der Sonne in Opposition seyn.

5) Daß der Mond nur alsdann voll seyn kann, wenn er in Opposition mit der Sonne; oder ihr gerade gegenüber stehet; weil wir zu keiner andern Zeit seine ganze von der Sonne erleuchtete Hälfte sehen können.

6) Daß wenn ein Punkt der Ekliptik aufgeht, der gegenüberliegende Punkt untergeht. Und also der Mond

wenn

wenn er der Sonne gegenüber ist, aufgehen muß, wenn die Sonne untergeht *).

7) Daß die Zeichen der Ekliptik unter sehr verschiedenen Winkeln, oder Graden der Schräge mit dem Horizont, aufgehen, besonders auf hohen Breiten. Und daß je kleiner der Winkel, desto grösser der Theil der Ekliptik sey, der in einem kurzen Zeitraume aufgeht. Und umgekehrt.

8) Daß in nordlichen Breiten kein Theil der Ekliptik unter einem so kleinen Winkel mit dem Horizont aufgehe als der Widder und die Fische; folglich bey diesen Zeichen ein grösserer Theil der Ekliptik in einer Stunde aufgeht, als bey einem von den übrigen.

9) Daß in den Zeichen der Fische und des Widders der Mond nur in unsern Herbstmonaten voll seyn kann; weil die Sonne zu keiner andern Jahrszeit in den gegenüberstehenden Zeichen der Jungfrau und der Wage ist.

Nunmehro messe man, auf der Himmelskugel, mit einen Zirkel $13\frac{1}{6}$ Grade der Ekliptik; fange bey dem Zeichen der Fische an, und theile mit dieser Weite die ganze Ekliptik durch, und zeichne jeden Punkt des Zirkels mit ein wenig Kreide; so hat man die tägliche Bewegung des Monds, während daß er einmal seine Bahn durchläuft, in der Ekliptik angedeutet. Hierauf

*) Dieses trift nicht immer ganz genau zu: weil der Mond nicht stets in der Ekliptik bleibt, sondern sie jeden Monat zweymal kreuzet. Indessen ist der Unterschied zu klein, als daß bey dieser allgemeinen Erklärung Rücksicht darauf zu nehmen sey.

auf stelle man die Kugel richtig, und erhöhe sie zu einer starken Norderbreite (z. E. 54 Grade) und bemerke, indem man die Kugel rund drehet, über wie viel Zeit der Stundenzeiger beym Aufsteigen eines jeden Kreidepunkts gegangen ist, so wird man finden, daß wenn er über 2 Stunden gegangen, 7 dieser Punkte in den Zeichen der Fische und des Widders nach einander heraufgekommen sind; welches ein grösseres Stück der Ekliptik ist, als der Mond in einer Woche durchläuft. Folglich ist der Aufgang des Monds, wenn er in die Zeichen der Fische und des Widders ist, während einer ganzen Woche überhaupt nur 2 Stunden von einander unterschieden. Nun bemerke man die Punkte der gegenüber liegenden Zeichen, der Jungfrau und der Wage; so wird man finden, daß 7 derselben, 9 Stunden zubringen, ehe sie heraufkommen; und folglich ist der Aufgang des Monds, in diesen Zeichen, während einer ganzen Woche, 9 Stunden von einander unterschieden. So viel später demnach jeder Punkt als der zunächst vorhergehende über den Horizont der Kugel heraufgeht, so viel später gehet der Mond jeden Tag an dem damit übereinstimmenden Ort des Himmels auf. Die Punkte im Krebs und Steinbock gehen in der mittleren Zeit, zwischen denen im Widder und der Wage auf. Ob nun gleich der Mond jeden Monat in die Zeichen der Fische und des Widders ist, und also in einer Woche 2 Stunden, oder täglich 17 Minuten, später aufgeht; so ist er doch in diesen Zeichen niemals voll, als nur in unsern Herbstmonaten August

und

und September, wenn die Sonne in der Jungfrau und Wage ist. Folglich kann der Vollmond zu keiner andern Zeit beym Untergange der Sonne aufgehen, oder beydes so nahe zusammentreffen, als in die beyden Vollmonde zur Zeit des Herbstes.

In den Wintermonaten ist der Mond im ersten Viertel, wenn er in die Zeichen der Fische und des Widders ist; und weil diese Zeichen, im Winter des Mittags aufgehen, so können wir den Aufgang des Monds nicht sehen.

In den Frühlingsmonaten wechselt er in diese Zeichen, und gehet mit der Sonne zugleich auf; folglich ist er uns alsdenn unsichtbar. In den Sommermonaten ist er in diese Zeichen im letzten Viertel, und gehet um Mitternacht auf, daher er wenig beobachtet wird. In den Herbstmonaten hingegen ist er in diese Zeichen voll; und weil er der Sonne alsdenn gegenüber, so gehet er auf wenn die Sonne untergeht (oder bald nachher), und scheinet die ganze Nacht.

In den südlichen Breiten gehen die Jungfrau und die Wage unter eben solchen kleinen Winkeln auf, als die Fische und der Widder in den nordlichen; und da unsere Frühlinge zur Zeit ihres Herbstes einfallen; so ist klar, daß ihre Herbst-Vollmonde in die Zeichen der Jungfrau und Wage seyn müssen; folglich alsdenn mit einem eben so kleinen Unterschiede der Zeit aufgehen, als die unsrigen in die Zeichen der Fische und des Widders. Eine ausführlichere Abhandlung von dieser Materie würde hier zu weitläuftig seyn.

Eilfte

Eilfte Aufgabe.

Die Vergleichung, oder den Unterschied der Zeit zwischen einer Uhr und einem richtigen Sonnenzeiger zu erklären.

Da die Bewegung der Erde um ihre Achse jederzeit gleichförmig ist, und folglich eine scheinbare gleichförmige Bewegung des gestirnten Himmels, um diese, bis zu den Polen des Himmels fortgeführte Achse, verursachet; so ist klar; daß in gleichen Theilen der Zeit, gleiche Theile der Equinoktiallinie durch den Meridian gehen, weil die Weltachse der Equinoktiallinie senkrecht steht. Wenn also die Sonne ihren jährlichen Lauf in der Equinoktiallinie vollführte, so würde sie immer in 24 Stunden ganz genau vom Meridiane zum Meridian wieder kommen, und mit einer Uhr akkurat zutreffen. Allein da sie sich in der Ekliptik bewegt, die sowohl gegen die Equinoktiallinie, als gegen die Pole schief liegt, so kann sie nicht immer in 24 gleichen Stunden vom Meridiane zum Meridian wieder herum kommen, sondern sie muß oft ein wenig früher und oft ein wenig später kommen: weil gleiche Theile der Ekliptik in ungleichen Theilen der Zeit, wegen ihrer schiefen Lage, durch den Meridian gehen. Und dieser Unterschied ist auf allen Breiten gleich.

Dieses auf der Himmelskugel zu zeigen, mache man Kreidepunkte im Equatore und der Ekliptik: und zwar rund herum in gleichen Weiten (z. B. von 10 zu 10 Graden) und fange beym ersten Punkte des Widders oder der Wage an: wo sich die beyden Kreise schneiden. Alsdenn drehe man die Kugel um ihre Achse, so wird man finden, daß alle Punkte im ersten Viertel der Ekliptik, vom An-

fange des Widders bis zum Anfange des Krebses, früher zum Mittags-Ringe kommen, als die so im Equatore gezeichnet sind. Daß die im zweyten Viertel, vom Anfange des Krebses bis zum Anfange der Wage, später kommen. Die im dritten Viertel, von der Wage zum Steinbock, wiederum früher. Und die im letzten Viertel, vom Steinbock zum Widder, abermal später kommen. Die hingegen, die beym Anfange eines jeden Viertels gezeichnet sind, mit denen am Equatore zugleich zum Mittags-Ringe kommen.

Hieraus folget; daß die Sonne, wenn sie im ersten und dritten Viertel der Ekliptik ist, jeden Tag früher zum Meridiane kommt, als sie thun würde, wenn sie im Equatore bliebe: und also geschwinder gehet als eine Uhr; welche stets die Equatorealzeit zeigt. Daß sie im zweyten und vierten Viertel jeden Tag später zum Meridiane kommt; folglich langsamer gehet als eine Uhr. Und daß endlich beym Anfang eines jeden Viertels, Sonne und Uhr gleich sind.

Die Sonne würde also, wenn sie sich in der Ekliptik immer gleichförmig bewegte, 4 Tage im Jahre mit der Uhr zusammen treffen, und zwischen diese Tage würde immer ein gleicher Zeitraum verflossen seyn. Allein da sie einmal langsamer, und einmal geschwinder läuft (indem sie 8 Tage länger in der nördlichen Hälfte der Ekliptik verweilet als in der südlichen) so entstehet daraus eine zwote Ungleichheit; welche mit der vorhergehenden, die von der Schräge der Ekliptik gegen den Equator herrühret, zusammen genommen, den Unterschied ausmacht, der in den gewöhnlichen Vergleichungstabellen zwischen einer guten Uhr und einem richtigen Sonnenzeiger bemerket wird.

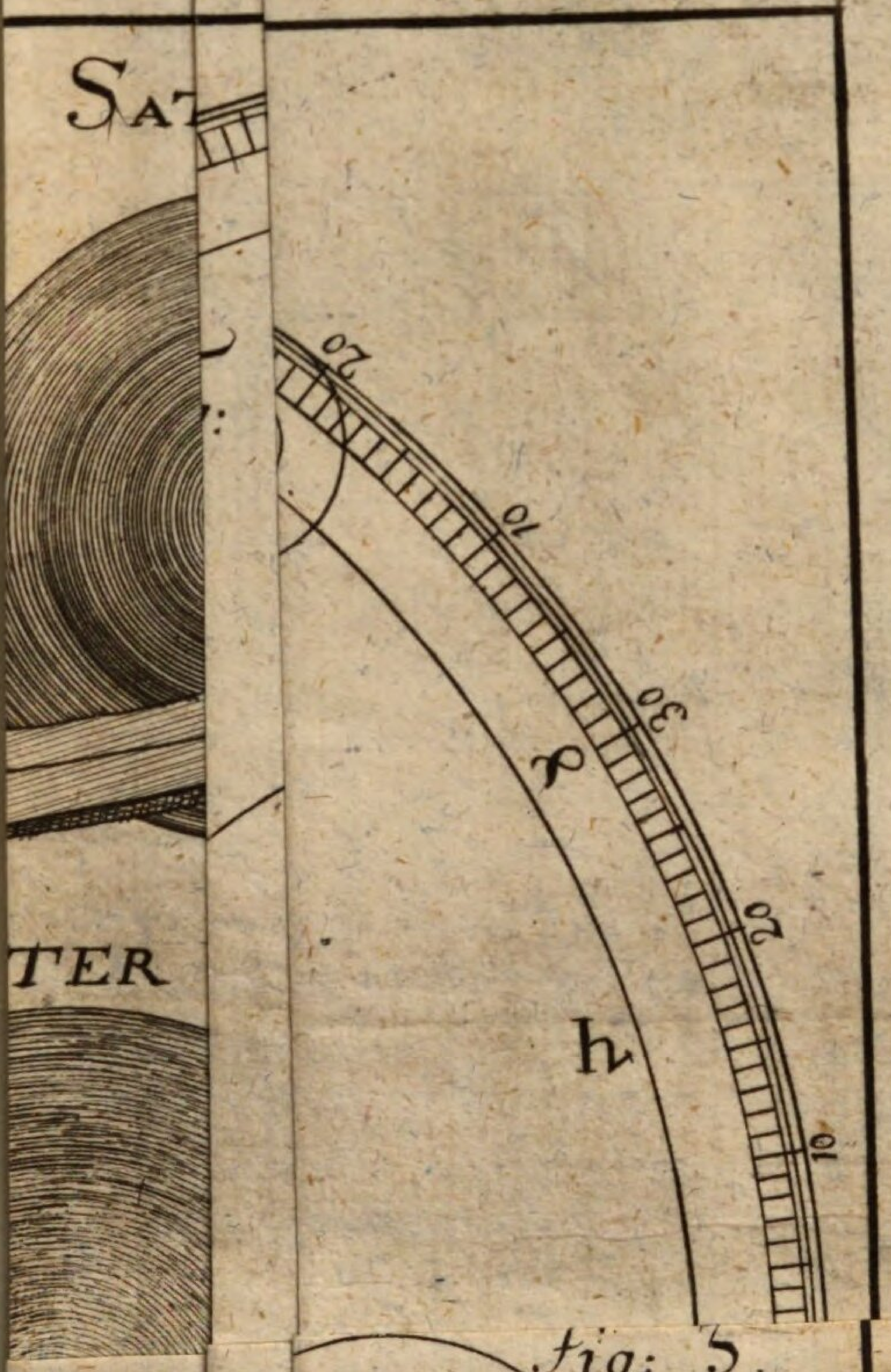
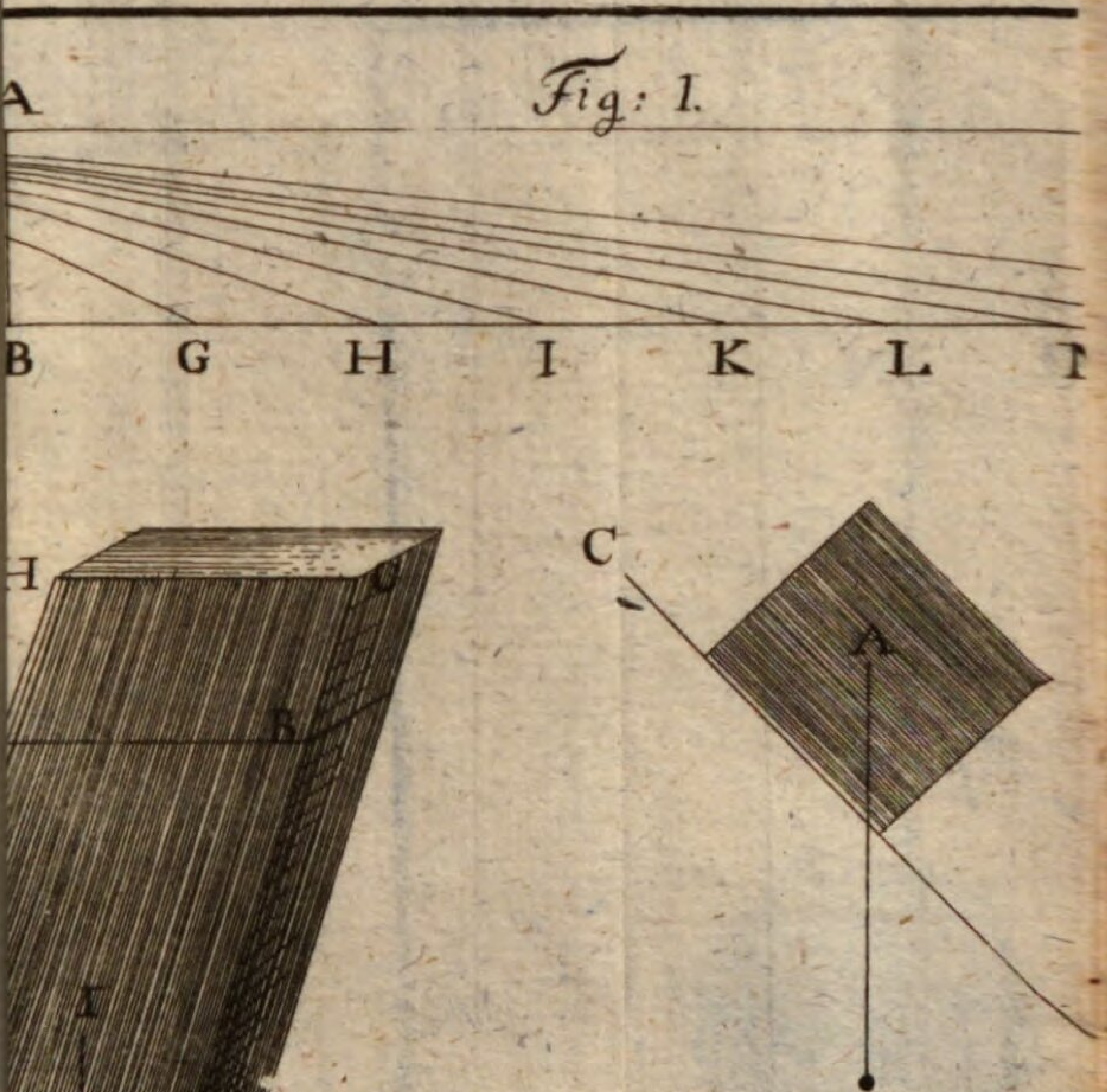
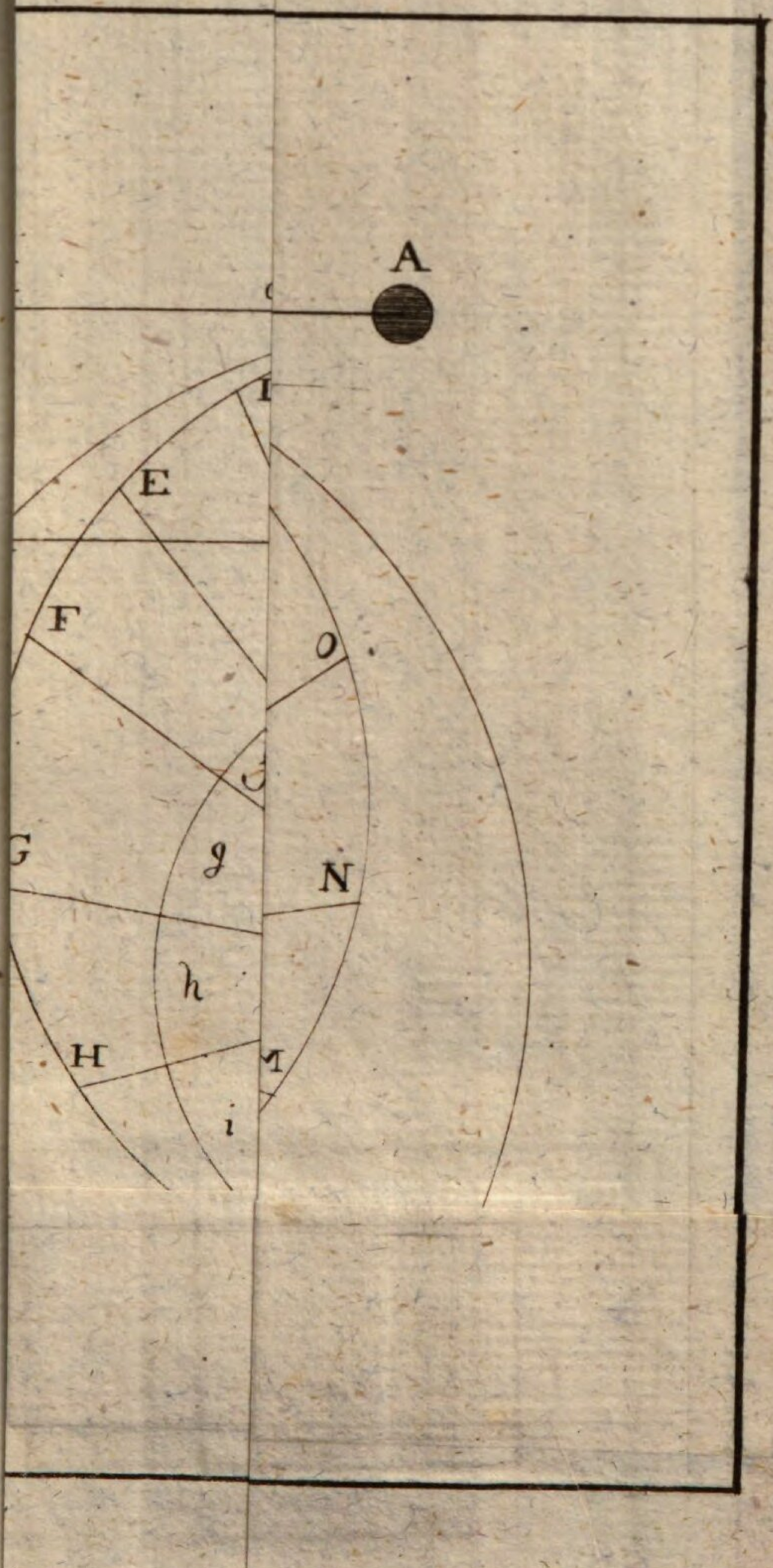


fig: 5.

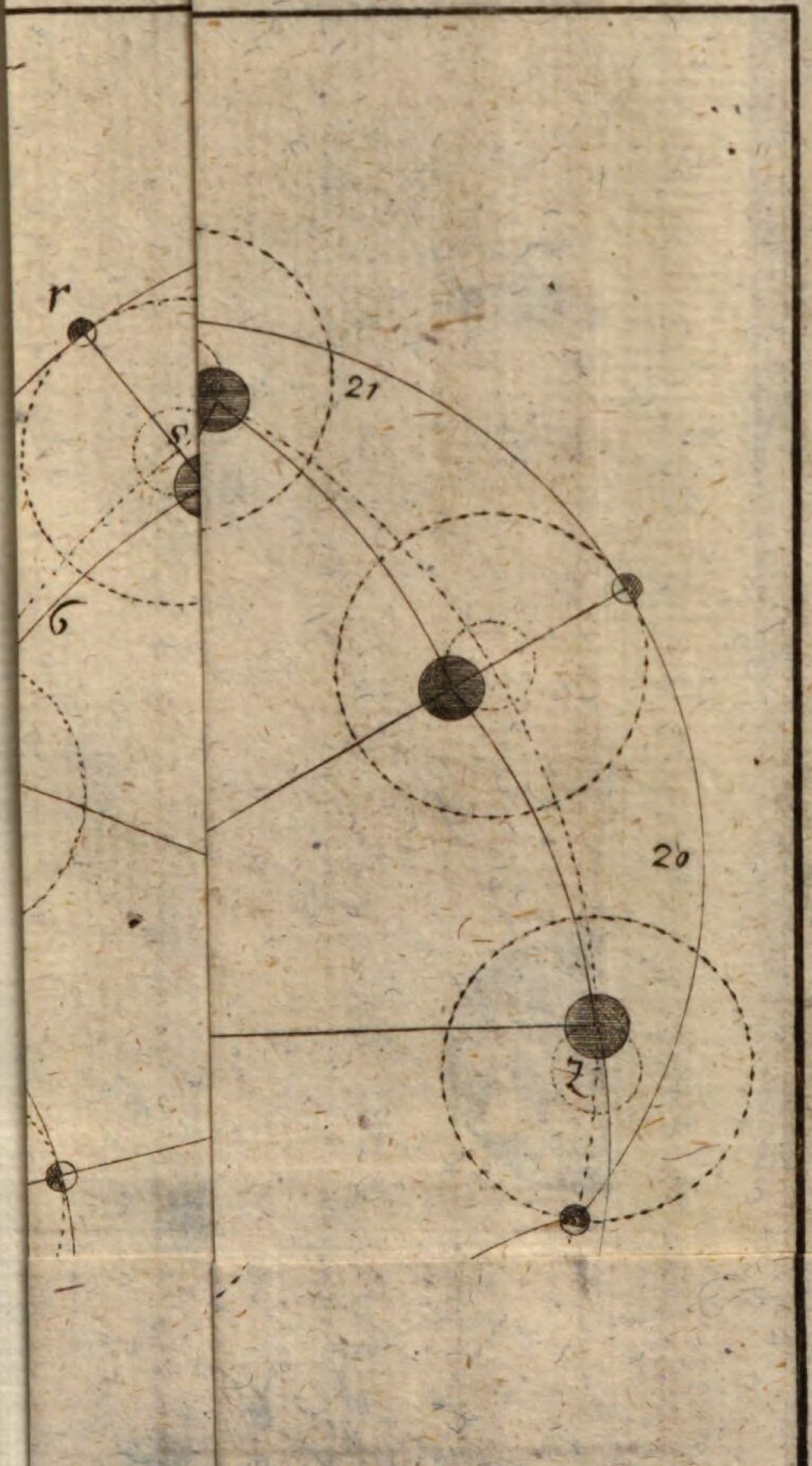


Astron:

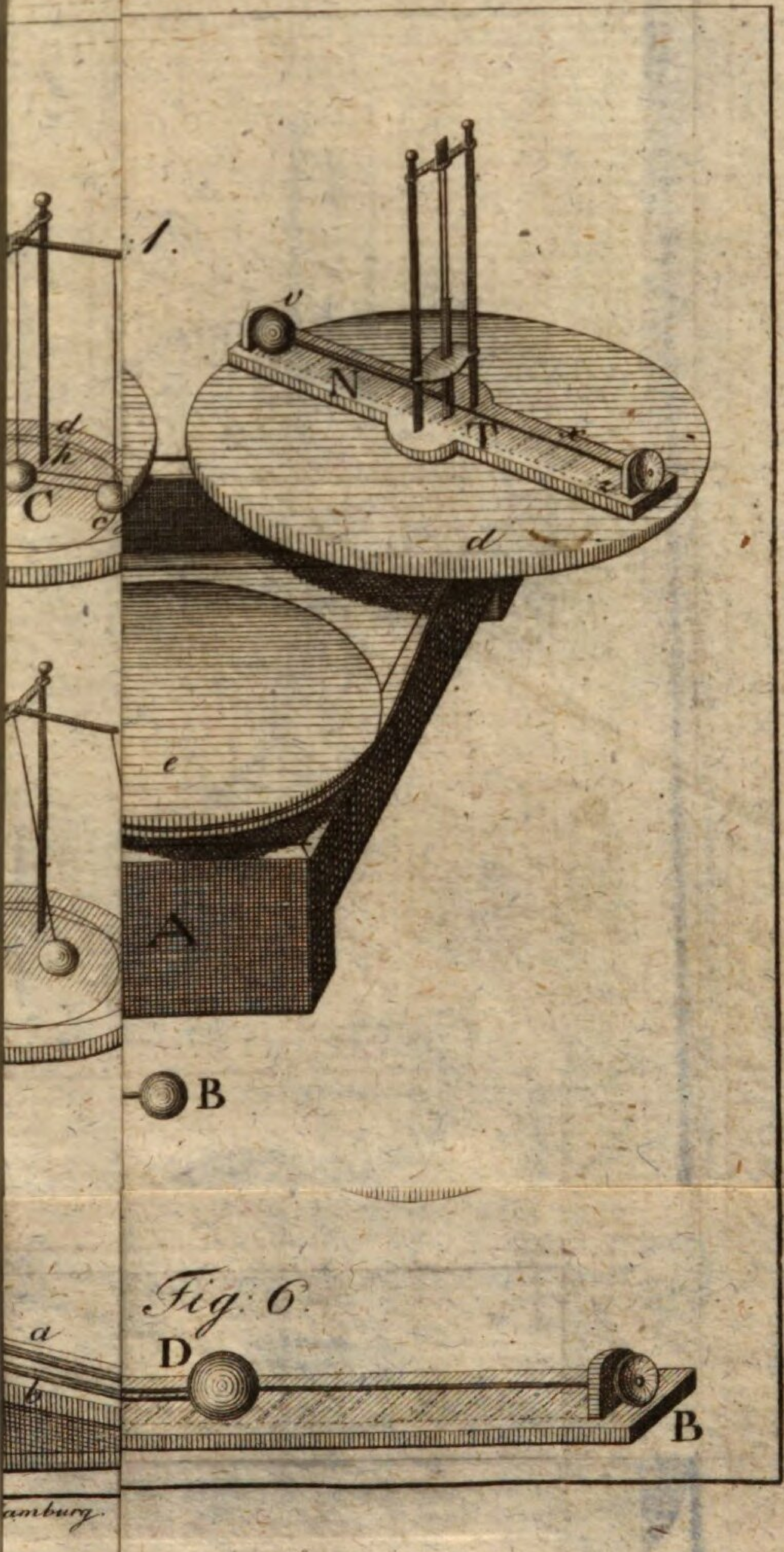
Fig: 4.



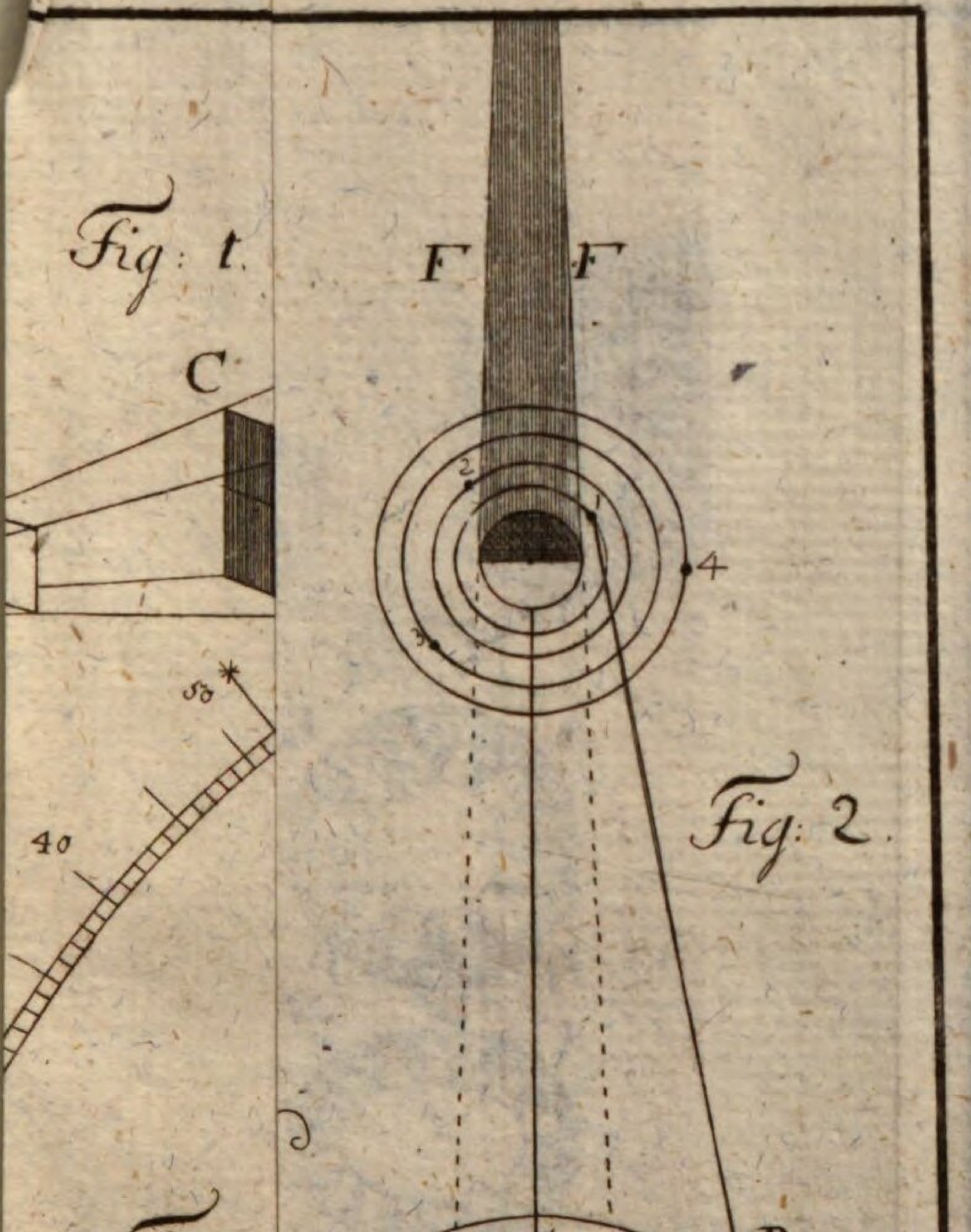
A
I
E
F
O
G
g
N
h
H
M
i



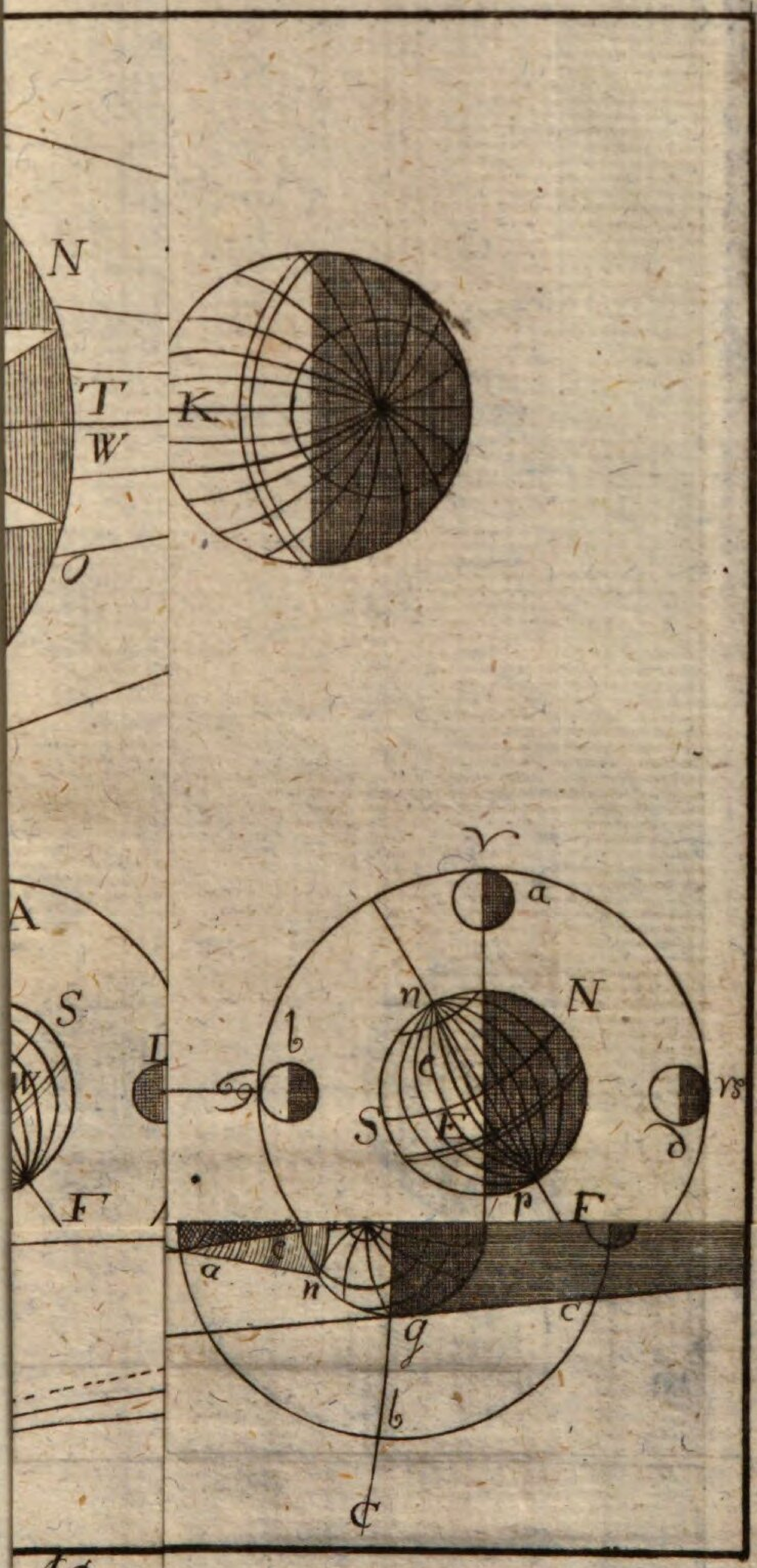
Astron:



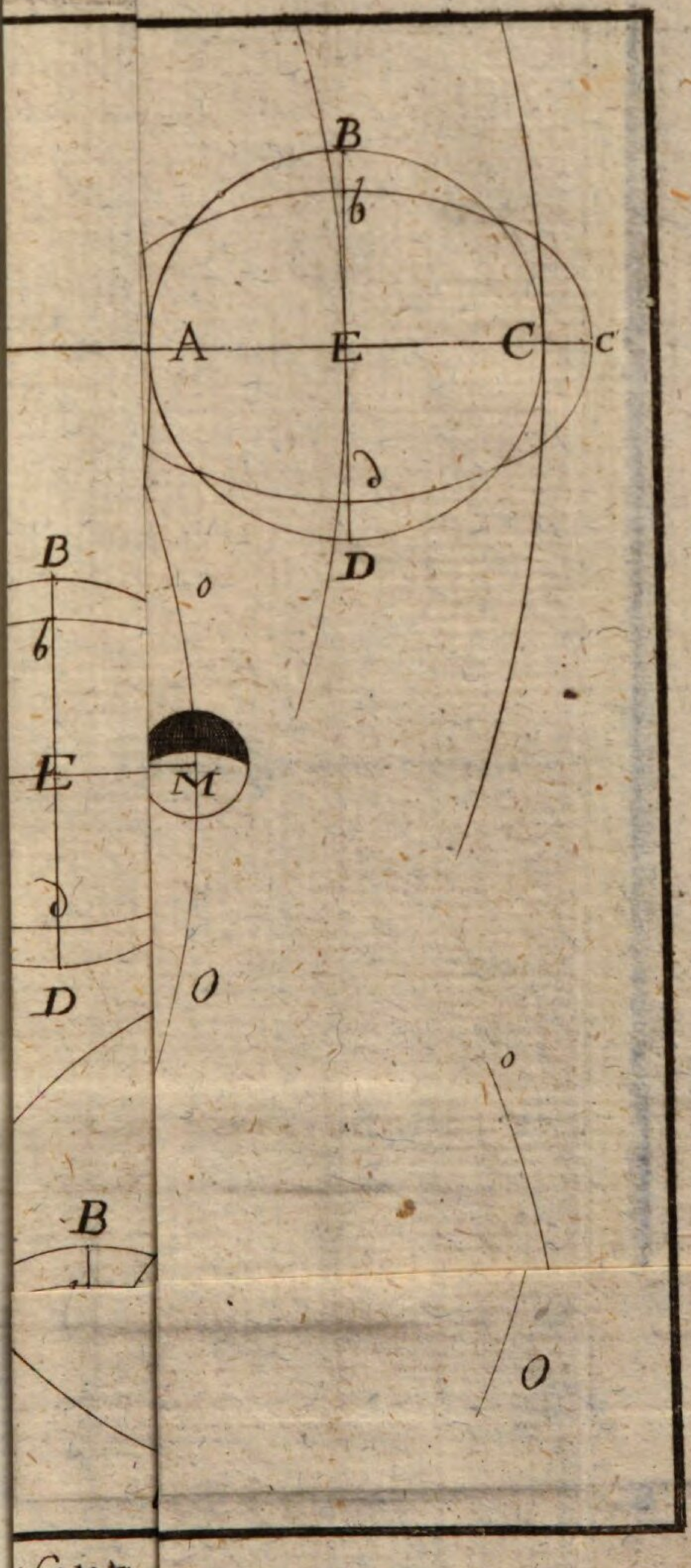
1.
v
N
T
d
h
C
c
e
A
B
Fig: 6
a
D
b
B
amburg.



tron:



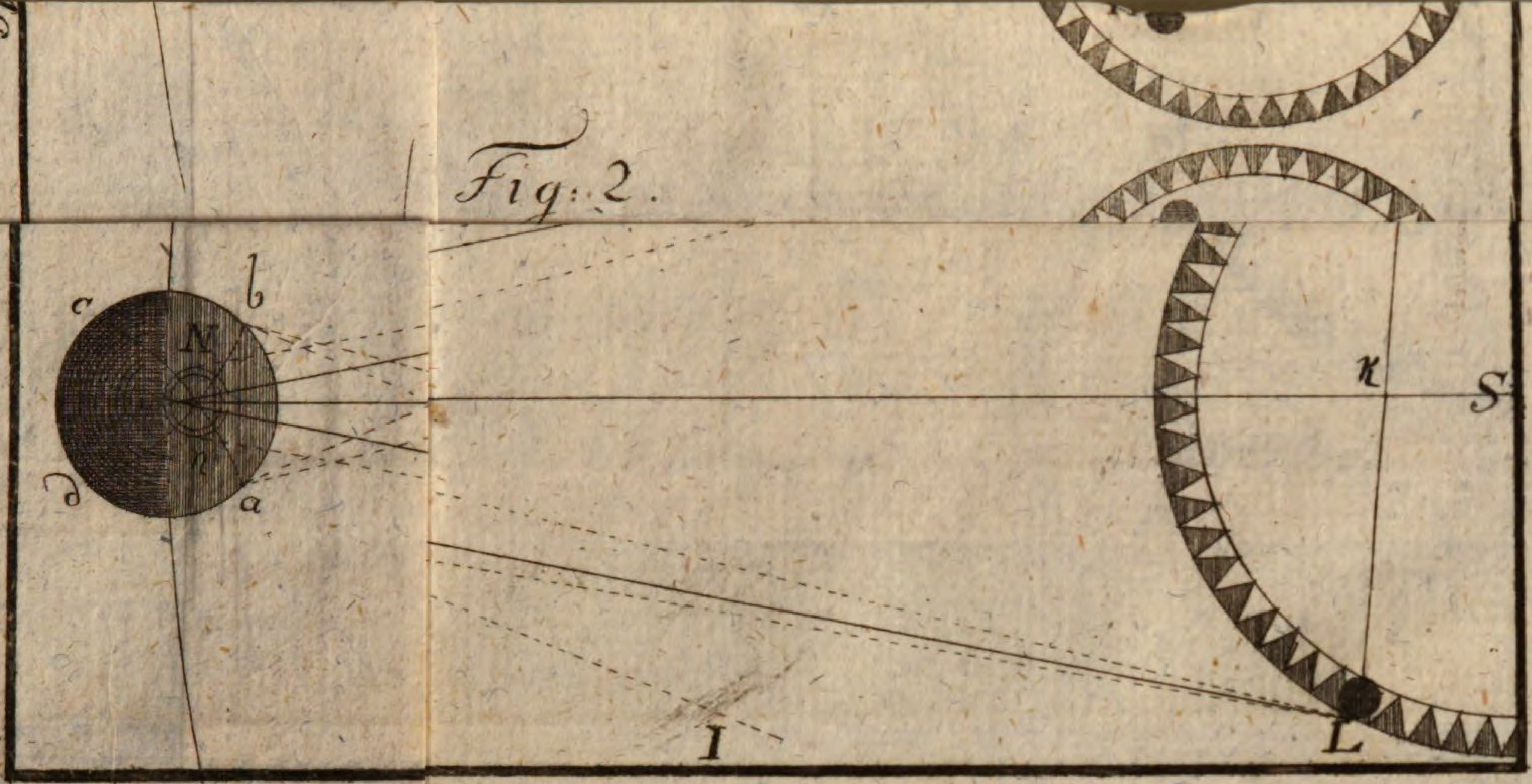
Astron:



ſons

ſtron:

Fig: 2.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ferguson, James, 1710-1776

Die Astronomie nach Newtons Grundsätzen erklärt

Bd.: [Erster Theil]

Berlin u.a. 1783

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Math 195
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11267446-1
VD18 90986652